

# LAPORAN TAHUNAN HIBAH BERSAING



JUDUL:  
**MODEL *GOAL PROGRAMMING* DAN ANALISIS SENSITIVITAS  
UNTUK MENU DIET PENDERITA *DIABETES MELLITUS*  
DI YOGYAKARTA**

**Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun**

Atmini Dhoruri, M.S./0010076006  
Dwi Lestari, M.Sc/ 0013058501  
Eminugroho Ratna Sari, M.Sc/0514048501

Penelitian ini dibiayai dengan:  
Surat Perjanjian Internal Pelaksanaan Penelitian Desentralisasi Skim Penelitian Hibah Bersaing  
Universitas Negeri Yogyakarta Tahun 2015  
No. 04/Hibah Bersaing/UN.34.21/2015 tanggal 2 Maret 2015

---

**UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT  
NOVEMBER TAHUN 2015**

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Model Goal Programming dan Analisis Sensitivitas untuk Menu Diet Penderita Diabetes Mellitus Di Yogyakarta

**Peneliti/Pelaksana**

Nama Lengkap : ATMINI DHORURI  
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta  
NIDN : 0010076006  
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala  
Program Studi : Matematika  
Nomor HP : 08122744139  
Alamat surel (e-mail) : atmini\_uny@yahoo.co.id

**Anggota (1)**

Nama Lengkap : DWI LESTARI S.Si., M.Sc.  
NIDN : 0013058501  
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta

**Anggota (2)**

Nama Lengkap : EMINUGROHO RATNA SARI S.Si., M.Sc.  
NIDN : 0514048501  
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta  
Institusi Mitra (jika ada) : -  
Nama Institusi Mitra : -  
Alamat : -  
Penanggung Jawab : -  
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun  
Biaya Tahun Berjalan : Rp 50.000.000,00  
Biaya Keseluruhan : Rp 100.000.000,00

Mengetahui,  
Dekan FMIPA UNY



(Dr. Hartono)  
NIP/NIK 196203291987021002

Yogyakarta, 30 - 10 - 2015  
Ketua,

(ATMINI DHORURI)  
NIP/NIK 196007101986012001



Menyetujui,  
Ketua LPPM UNY

(Prof. Dr. Anik Ghufro)  
NIP/NIK 196211111988031001

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat serta hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan penelitian dengan judul :

**“MODEL *GOAL PROGRAMMING* DAN ANALISIS SENSITIVITAS  
UNTUK MENU DIET PENDERITA *DIABETES MELLITUS*  
DI YOGYAKARTA**

Segala kegiatan dalam penelitian ini dapat terlaksana atas bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ketua LPPM Universitas Negeri Yogyakarta
2. Dekan FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
3. Ketua Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY.
4. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas segala bantuan sehingga terlaksananya penelitian hingga tersusunnya laporan ini.

Semoga semua amal perbuatan dan sikap kedermawanan mendapat imbalan dari Allah SWT. Amin. Semoga laporan penelitian ini bermanfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, Oktober 2015

Tim

## DAFTAR ISI

|  | Halaman |
|--|---------|
| HALAMAN JUDUL                            | i       |
| HALAMAN PENGESAHAN                       | ii      |
| KATA PENGANTAR                           | iii     |
| DAFTAR ISI                               | iv      |
| ABSTRAK                                  | v       |
| <br>Bagian I PENDAHULUAN                 | <br>1   |
| A. Latar Belakang                        | 1       |
| B. Batasan dan Rumusan Masalah           | 3       |
| C. Tujuan Penelitian                     | 3       |
| D. Rencana/Disain Pelaksanaan Penelitian | 4       |
| E. Hasil/Sasaran                         | 5       |
| F. Mahasiswa yang Terlibat               | 5       |
| G. Rencana Tahun Kedua                   | 5       |
| <br>Bagian II KAJIAN TEORI               | <br>6   |
| <br>Bagian III METODE PENELITIAN         | <br>17  |
| <br>Bagian IV PEMBAHASAN                 | <br>18  |
| <br>Bagian V KESIMPULAN DAN SARAN        | <br>24  |
| <br>DAFTAR PUSTAKA                       | <br>25  |
| LAMPIRAN                                 |         |

## ABSTRAK

*Diabetes Mellitus* adalah penyakit metabolisme yang termasuk dalam golongan hyperglikemia atau gula darah lebih dari normal (gula darah normal = 80 –120 mg/dl), oleh karenanya disebut juga penyakit gula, atau kencing manis. Penyakit diabetes sebagian besar disebabkan karena pola makan yang kurang tertata sesuai zat gizi. Selain itu, penyakit diabetes juga disebabkan oleh manajemen emosi yang buruk serta pola tidur yang kurang baik. Sehubungan dengan pola makan yang belum tertata dengan baik, kebijakan yang diambil adalah dengan menyusun menu diet yang bergizi bagi penderita *diabetes mellitus*. Menu diet yang sesuai dengan zat gizi disusun berdasarkan jumlah kalori, protein, lemak, dan karbohidrat. Pada penelitian ini, akan disusun model menu diet yang optimal bagi penderita *diabetes mellitus* dengan pendekatan *Goal Programming* yang memperhatikan biaya pengeluaran optimal serta ditentukan analisis sensitivitas dari model. Berdasarkan data yang diperoleh dari rumah sakit Di Yogyakarta akan dianalisa dengan metode *Goal Programming* dan diselesaikan dengan program komputer LINGO.

## **Bagian I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Risiko diabetes kebanyakan datang dari pola makan yang berantakan dan konsumsi makanan manis yang berlebihan. Tapi menurut sebuah studi baru, risiko penyakit gula ini juga bisa datang dari manajemen emosi yang buruk alias suka marah-marah. Menurut studi yang dipublikasikan dalam *Journal of Behavioral Medicine* kesulitan untuk menahan emosi atau suka marah-marah dapat meningkatkan risiko diabetes seseorang. "Dalam studi ini, orang-orang yang sering kehilangan kesabarannya jauh lebih rentan mengalami resistensi insulin ketimbang mereka yang tetap tenang dan kalem saat menghadapi situasi tertentu," ungkap peneliti Vera Tsenkova, Ph.D., dari University of Wisconsin School of Medicine and Public Health.

"Pasalnya, kemarahan meningkatkan kinerja hormon-hormon yang menghalangi proses pengendalian gula darah. Akibatnya orang-orang yang suka marah akan cenderung berisiko lebih tinggi mengalami diabetes daripada orang yang tak begitu mudah marah atau memang sabar," lanjutnya seperti dilansir *menshealth*, Selasa (2/4/2013). Namun risiko diabetes ini juga tak bisa dihindari hanya dengan menahan kemarahan atau melatih kesabaran saja. Setiap orang dituntut untuk memiliki pola makan yang benar serta menyeimbangkannya dengan olahraga atau aktivitas fisik lainnya agar terhindar dari penyakit gula ini. *World Health Organization* (WHO) tahun 2000 menyatakan bahwa terjadi kematian per tahun 57 juta jiwa dikarenakan penyakit tidak menular dan diperkirakan 3,2 juta jiwa karena penyakit diabetes mellitus. (Diabetes Care, 2004 dalam Pedoman Pengendalian DM dan Penyakit Metabolik, 2008)

*Diabetes Mellitus* adalah penyakit metabolisme yang termasuk dalam golongan hyperglikemia atau gula darah lebih dari normal (gula darah normal = 80 –120 mg/dl), oleh karenanya disebut juga penyakit gula, atau kencing manis. *Diabetes Mellitus* sering disebut sebagai the great imitator, karena penyakit ini dapat mengenai semua organ tubuh dan menimbulkan berbagai macam keluhan. Gejalanya sangat bervariasi. *Diabetes mellitus* (DM) dapat timbul secara perlahan-lahan sehingga pasien tidak menyadari akan adanya perubahan seperti minum yang menjadi lebih banyak, buang air kecil ataupun berat badan yang menurun. Gejala-gejala tersebut dapat berlangsung lama tanpa diperhatikan, sampai kemudian orang tersebut pergi ke dokter dan diperiksa kadar glukosa darahnya.

Penyakit DM terkadang pula gambaran klinisnya tidak jelas, asimtomatik dan diabetes baru ditemukan pada saat pemeriksaan penyaringan atau pemeriksaan untuk penyakit lain.

Dari sudut pasien diabetes mellitus sendiri, hal yang sering menyebabkan pasien datang berobat ke dokter dan kemudian didiagnosis sebagai diabetes mellitus dengan keluhan yaitu terjadi kelainan pada kulit seperti gatal-gatal, bisulan. Selain itu juga terjadi kelainan ginekologis seperti keputihan dan lain-lain. Gejala-gejala pada DM merupakan akibat dari adanya ketidak seimbangan dalam metabolisme hidrat arang, protein, lemak dengan produksi ataupun fungsi hormon insulin.

*Diabetes Mellitus* (DM) adalah suatu sindrom klinik yang terdiri dari peningkatan kadar gula darah, ekskresi gula melalui air seni dan gangguan mekanisme kerja hormon insulin. Kelainan tersebut timbul secara bertahap dan bersifat menahun. Penyakit Diabetes Mellitus (DM) ini terjadi akibat terjadinya gangguan mekanisme kerja hormon insulin, sehingga gula darah yang ada di dalam tubuh tidak dapat dinetralkan. Gizi juga dapat menunjukkan peranannya dalam terjadinya Diabetes Mellitus dalam dua arah yang berlawanan. Gizi lebih yang merupakan petunjuk umum peningkatan taraf kesejahteraan perorangan, memperbesar kemungkinan manifestasi DM, terutama pada mereka yang memang dilahirkan dengan bakat tersebut. Pada keadaan yang demikian gejala DM dapat di atasi dengan pengaturan kembali keseimbangan metabolisme zat gizi dalam tubuh dengan masukan zat gizi melalui makanan.

Terdapat lima dasar pengobatan DM yang dinamakan *Pentalogi Terapi DM*, yaitu: (1) Diet Diabetes, (2) Latihan Fisik (3) Penyuluhan Kesehatan Masyarakat, (4) Obat Hipoglikemi (OAD dan Insulin), dan (5) Cangkok Pankreas. Pengobatan DM melalui diet merupakan salah satu cara terbaik untuk memperbaiki pola makan seseorang sehingga dapat terhindar dari penyakit DM. Penyusunan menu diet harus memperhatikan kandungan zat gizi sehingga tercukupi asupan energi, karbohidrat, lemak, dan protein.

Kandungan zat gizi yang berupa asupan energi, karbohidrat, lemak dan protein perlu diperhatikan jumlah optimalnya. Penyusunan menu diet berdasarkan bahan makanan penukar terkadang dapat menimbulkan penyimpangan di atas atau di bawah jumlah yang direkomendasikan. Oleh karena itu, perlu disusun menu diet yang penyimpangan terhadap jumlah yang direkomendasikan sekecil mungkin. Metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan meminimumkan penyimpangan adalah metode *Goal Programming*.

*Goal programming* merupakan perluasan dari program linear (*linear programming*) untuk mencapai tujuan atau sasaran yang diinginkan. Pendekatan dasar dari *goal programming* adalah untuk menetapkan suatu tujuan yang dinyatakan dengan angka tertentu untuk setiap tujuan, merumuskan suatu fungsi tujuan, dan kemudian mencari penyelesaian dengan meminimumkan jumlah penyimpangan-penyimpangan dari fungsi tujuan (Hillier dan

Lieberman,1990). Metode matematis ini menyelesaikan masalah menjadi optimal dengan tujuan lebih dari satu (*multi objective*). Secara matematis, pada metode ini variabel keputusan harus didefinisikan terlebih dahulu. Tujuan-tujuan yang diharapkan harus didispefiksikan berdasar tingkat kepentingannya. Kemudian dicari solusi optimal yang meminimumkan total penyimpangan tujuan dari target yang ditentukan.

Berdasarkan uraian di atas, metode *Goal programming* berpotensi untuk digunakan, karena mampu menyelesaikan masalah menjadi optimal dengan tujuan lebih dari satu (*multi objective*). Dalam hal ini yang menjadi tujuan adalah memenuhi pencapaian jumlah energi, memenuhi sasaran jumlah protein pada selang tertentu, memenuhi sasaran jumlah lemak pada selang tertentu, dan mencapai nilai sasaran jumlah karbohidrat pada selang tertentu. Metode ini akan diterapkan dengan data dari suatu rumah sakit di Yogyakarta dan disimulasikan dengan bantuan program komputer LINGO. Dalam penelitian ini, akan diterapkan metode *Goal programming* untuk perencanaan menu diet penderita diabetes mellitus Di Yogyakarta dengan memperhatikan kendala biaya pengeluaran yang optimal serta ditinjau analisis sensitivitas model.

## **B. Batasan dan Rumusan Masalah**

Penelitian ini hanya akan membahas perancangan menu diet bagi penderita DM dengan kriteria berat badan normal serta tidak sedang menjalani proses kehamilan. Selain itu penderita juga tidak mengalami komplikasi.

Dirumuskan permasalahan dari penelitian ini yaitu

1. Bagaimana model matematika untuk menu diet bagi penderita *diabetes mellitus* yang memperhatikan biaya pengeluaran yang optimal.
2. Bagaimana metode penyelesaian pemodelan menu diet penderita *diabetes mellitus* dengan keakuratan yang tinggi.
3. Bagaimana analisis sensitivitas model menu diet bagi penderita *diabetes mellitus*

## **C. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk

1. Memperoleh model matematika untuk menu diet bagi penderita *diabetes mellitus* yang memperhatikan biaya pengeluaran yang optimal.
2. Memperoleh metode penyelesaian pemodelan menu diet penderita *diabetes mellitus* dengan keakuratan yang tinggi.
3. Mengetahui analisis sensitivitas model menu diet bagi penderita *diabetes mellitus*



#### D. Rencana/Disain Pelaksanaan Penelitian

Peneliti telah melakukan studi pendahuluan yaitu mengenai pembentukan model *Goal Programming* untuk menu diet penderita *diabetes mellitus*. Antara lain pada penelitian Pasic, dkk (2012) tentang “*Goal Programming Nutrition Optimization Model*”. Hasil penelitian ini berupa model optimal untuk perencanaan kebutuhan nutrisi manusia. Tahun berikutnya penelitian Darko, dkk (2013) tentang “*Cost-minizing foods budgets in Ghana*”. Hasil penelitian ini berupa penentuan biaya optimal untuk kebutuhan gizi masyarakat. Selanjutnya penyelesaian *goal programming* telah digunakan oleh Dwi, dkk, (2012) dalam mengoptimalkan persediaan Bahan Bakar Minyak (BBM).

Peneliti juga telah mempelajari model matematika yang relevan dengan gizi dan kesehatan yaitu oleh Ujang Sumarwan, dkk (1999) mengenai “Penggunaan metode *Goal programming* dalam perencanaan diet diabetes mellitus” berdasar data menu diet penderita diabetes mellitus di RS Cipto Mangunkusumo (RSCM). Hasilnya berupa model matematika dan penyelesaiannya pada kasus terkait, namun belum dilakukan analisis sensitivitas model serta perhitungan biaya optimal yang dikeluarkan. Penyelesaian *goal programming* telah digunakan oleh Dwi, dkk, (2012) dalam mengoptimalkan persediaan Bahan Bakar Minyak (BBM). Mengingat kemampuan *goal programming* untuk menyelesaikan masalah dengan adanya beberapa kendala, maka seharusnya masalah daftar menu diet yang dibuat juga menggunakan metode *Goal Programming*.

Pada penelitian ini akan dibahas mengenai model matematika untuk menu diet bagi penderita *diabetes mellitus* yang memperhatikan biaya pengeluaran optimum, selanjutnya akan diteliti pula analisis sensitivitas model sehingga dapat diketahui pada interval mana saja perubahan komponen atau kendala masih dalam kondisi optimal.

Adapun tahapan rincinya meliputi:

- a. Identifikasi masalah
- b. Pengumpulan data dan informasi yang relevan dengan masalah yang dihadapi
- c. Pembentukan asumsi dasar sebagai acuan untuk simplifikasi atau pembatasan masalah
- d. Formulasi masalah dengan deskripsi matematis
- e. Analisis untuk mencari solusi matematis
- f. Interpretasi solusi & validasi model.

Langkah-langkah tersebut dilakukan berulang-ulang untuk melakukan validasi model dan untuk memperoleh hasil yang realistis. Tahapan akhir adalah kesimpulan untuk pengambilan keputusan.

#### **E. Hasil/Sasaran**

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian sebelumnya. Secara ilmiah, hasil penelitian telah dipublikasikan pada seminar internasional, yaitu pada *International Conference on Mathematics, its Applications, and Mathematics Education (ICMAME) 14-15 September 2015* di Universitas Sanata Dharma.. Dipresentasikan makalah dengan judul: *Dietary Planning for Diabetes Mellitus Patients Using Goal Programming Approach*.

#### **F. Mahasiswa yang Terlibat**

Mahasiswa yang terlibat dalam penelitian ini sekaligus sebagai bahan skripsi adalah

1. Rohmah Nur Istiqomah: Goal Programming dan Lexicographic Goal Programming dalam Optimasi Portofolio Saham
2. Nira Bakti Pertiwi: Optimisasi Perencanaan Menu Diet bagi Penderita Diabetes Melitus dengan Metode Goal Programming
3. Nusaibah: Goal Programming untuk Perencanaan Produksi

#### **G. Rencana Tahun Kedua**

Penelitian ini diharapkan dapat terus berlanjut pada tahun berikutnya. Adapun rencana pada tahun kedua akan dilakukan analisis sensitivitas model. Selain itu juga akan mengolah model menggunakan data real dari dinas kesehatan terkait.

## **Bagian II**

### **KAJIAN TEORI**

#### ***a. Diabetes Mellitus***

*Diabetes mellitus* (DM) adalah suatu penyakit gangguan metabolik menahun yang ditandai oleh kadar glukosa darah yang melebihi normal. Klasifikasi diabetes mellitus berdasarkan klasifikasi etiologis DM yaitu:

##### **1) Type 1 Diabetes**

Di kalangan medis type 1 Diabetes lebih dikenal dengan sebutan Juvenile Diabetes. Apabila berbicara mengenai gejala, sebenarnya semua gejala umum yang anda temui pada penderita diabetes mellitus bisa ditemui di type 1 Diabetes ini. Seperti gampang haus dan seperti selalu merasa dehidrasi, sehingga hal ini dapat menyebabkan meningkatnya frekuensi anda untuk buang air kecil. Nafsu makan bertambah tapi tidak dengan berat badan. Namun yang membedakan gejala awal ini pada type 1 Diabetes dan type 2 Diabetes adalah bahwa gejala awal ini menunjukkan signifikansi yang cepat pada type 1 Diabetes sementara perkembangan gejalanya agak lambat pada type 2 Diabetes. Selain itu type 1 Diabetes ini lebih sering diderita oleh anak kecil oleh karena itu pula, type 1 Diabetes ini lebih dikenal dengan istilah Juvenile Diabetes. Adapun gejala khusus dari diabetes 1 ini adalah tubuh kesulitan untuk menghasilkan insulin sehingga diperlukan injeksi insulin dari luar.

Walaupun tentu saja jenis type 1 Diabetes ini tidak dapat disembuhkan namun tetap bisa dikendalikan karena sejak ditemukannya insulin pada tahun 1921, siapapun bisa memenuhi kebutuhan insulin pada tubuhnya walau tubuhnya tidak bisa menghasilkan insulin. Oleh karena itu selain Juvenile Diabetes, type 1 Diabetes ini juga dikenal sebagai penyakit insulin-dependent atau penyakit ketergantungan insulin.

##### **2) Type 2 Diabetes**

Kebalikan dari type 1 Diabetes, bahwa pada type 2 Diabetes ini gejala khususnya adalah bahwa tubuh bisa menghasilkan insulin tapi tubuh tidak bisa menggunakannya dengan baik. Pada stadium awal, mungkin tubuh mulai menjadi kurang sensitive terhadap insulin. Adapun gejala umumnya tidak terlalu berbeda dengan type 1 Diabetes; hanya saja prosesnya bisa menjadi lebih lambat. Adapun penderita type 2 Diabetes ini bisa diderita oleh siapa saja, oleh karena itu jenis diabetes ini yang paling banyak ditemui. Adapun penyebabnya kebanyakan adalah akibat pola hidup yang kurang sehat dan kurangnya kepedulian anda terhadap makanan-makanan yang anda konsumsi.

### 3) **Gestational diabetes**

Jenis diabetes ini sering terjadi pada wanita hamil walaupun si penderita tidak memiliki sejarah diabetes sebelumnya. Jenis diabetes ini lebih mendekati karakteristik type 2 Diabetes, dimana terjadi kurangnya respon tubuh terhadap insulin. Namun, dengan perawatan yang intensif, jenis diabetes ini bisa ditanggulangi. Namun yang paling berbahaya dari jenis diabetes ini adalah efek langsungnya terhadap janin, seperti kasus bayi lahir dengan kelebihan berat badan, Selain itu, walaupun bayinya kemudian dilahirkan dalam keadaan sehat, namun kemungkinan sang bayi untuk mengidap diabetes di masa yang akan datang bisa menjadi cukup besar karena adanya sejarah diabetes dalam darah mereka.

(Pedoman Pengendalian DM dan Penyakit Metabolik, 2008)

Dalam penelitian ini yang akan dibahas adalah jenis DM tipe 2 yang sebagian besar disebabkan pola makan yang kurang sehat. Berkaitan dengan pola makan, dibutuhkan perencanaan menu diet bagi penderita DM yang memperhatikan asupan zat gizi (energi, protein, lemak dan karbohidrat).

#### **b. Diet**

Diet berasal dari bahasa Yunani, yaitu *diaita* yang berarti cara hidup. Definisi diet menurut tim kedokteran EGC tahun 1994 (dalam Hartantri, 1998) adalah kebiasaan yang diperbolehkan dalam hal makanan dan minuman yang dimakan oleh seseorang dari hari ke hari, terutama yang khusus dirancang untuk mencapai tujuan dan memasukkan atau mengeluarkan bahan makanan tertentu. Sedangkan diet yang sehat, yaitu diet yang menyeimbangkan antara kebutuhan hidrat arang, protein, vitamin, air dan mineral.

Perilaku diet adalah perilaku yang berusaha membatasi jumlah asupan makanan dan minuman yang jumlahnya diperhitungkan untuk tujuan tertentu. Tujuan diet sendiri bermacam-macam hanya tampaknya sebagian besar masyarakat mengasosiasikan diet sebagai penurunan berat badan.

(pengertian dan jenis-jenis diet <http://www.yangbaru.info/33245/pengertian-diet.html> diakses jumat 12 April 2013 ).

#### **c. Goal Programming**

*Goal programming* merupakan perluasan dari program linear (*linear programming*). *Goal programming* adalah salah satu metode matematis yang dipakai sebagai dasar mengambil keputusan untuk menganalisa dan mencari solusi optimal yang melibatkan banyak tujuan (*multi objektif*). Pendekatan dasar dari *goal programming* adalah untuk menetapkan suatu tujuan yang dinyatakan dengan angka tertentu untuk setiap tujuan, merumuskan suatu fungsi tujuan, dan kemudian mencari penyelesaian

dengan meminimumkan jumlah (tertimbang) penyimpangan-penyimpangan dari fungsi tujuan (Hillier dan Lieberman,1990). Metode *Goal programming* digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi pada perencanaan produksi. Metode goal programming telah banyak diterapkan dalam penelitian-penelitian terdahulu sebagai solusi pemecahan masalah dalam pengambilan masalah multi tujuan.

Widandi Soetopo (1992) dalam Anis, dkk (2007), dalam jurnal “Penerapan Metode *Goal Programming* dalam Menyelesaikan Model Perencanaan pada Operasi Waduk”, menggunakan metode *goal programming* dalam mengoperasikan waduk untuk mengetahui titik-titik kebutuhan sebaik mungkin. Hasilnya adalah pola operasi waduk dalam bentuk lepasan air bulanan waduk dan volume awal waduk. Dari penelitian tersebut didapat bahwa kemampuan goal programming untuk memberikan level prioritas yang berbeda pada titik kebutuhan merupakan ciri tersendiri yang bisa dimanfaatkan.

Charles D & Timothy Simpson (2002), dalam paper “*Goal Programming Applications in Multidisciplinary Design Optimization*”, mendapatkan bahwa goal programming sangat cocok digunakan untuk masalah-masalah multi tujuan karena melalui variabel deviasinya, *goal programming* secara otomatis menangkap informasi tentang pencapaian relatif dari tujuan-tujuan yang ada. Oleh karena itu, solusi optimal yang diberikan dapat dibatasi pada solusi layak (*feasible*) yang mengabungkan ukuran-ukuran performansi yang diinginkan.

Boppana Chowdary & Jannes Slomp (2002), dalam paper “*Production Planning Under Dynamic Product Enviroment : A Multi-objective Goal Programming Approach*”, memaparkan bahwa goal programming dapat diterapkan secara efektif dalam perencanaan produksi, karena metode *goal programming* potensial untuk menyelesaikan aspek-aspek yang bertentangan antara elemen-elemen dalam perencanaan produksi, yaitu konsumen, produk, dan proses manufaktur.

Dwi Lestari, dkk (2012), hasil penelitian tentang “ Optimasi persediaan bahan bakar minyak di Yogyakarta menggunakan *Goal programming*”. Hasilnya berupa solusi optimal mengenai jumlah persediaan bahan bakar minyak di Yogyakarta dengan bantuan LINDO.

Dari beberapa uraian di atas, *goal programming* merupakan metode yang tepat digunakan dalam pengambilan keputusan untuk mencapai tujuan-tujuan yang bertentangan di dalam batasan-batasan dalam perencanaan produksi. Metode *goal programming* juga membantu memperoleh solusi optimal yang paling mendekati sasaran yang diinginkan. Dalam penelitian ini yang akan menjadi tujuan atau sasaran adalah mencapai jumlah sasaran energi, sasaran karbohidrat, sasaran protein, dan sasaran lemak.

Objek yang diteliti adalah jenis makanan yang dikelompokkan ke dalam zat energi, karbohidrat, protein, dan lemak sehingga dihasilkan susunan menu yang memperhatikan asupan gizi. Selain itu, menu yang disusun diharapkan merupakan rancangan yang optimal.

Selanjutnya, masalah *Goal programming* dapat dituliskan sebagai berikut, diberikan

$$\sum_{j=1}^n c_{jk} x_j = b_k$$

dengan

- $x_1, x_2, \dots, x_n$  : variabel keputusan
- $m$  : banyaknya tujuan yang dipertimbangkan
- $c_{jk}$  : koefisien  $x_j$  pada fungsi objektif untuk setiap tujuan  $k$ .
- $b_k$  : target untuk tujuan ke  $k$ .

dan  $j = 1, 2, \dots, n$   
 $k = 1, 2, \dots, m$ .

Metode goal programming menyelesaikan masalah dengan meminimumkan penyimpangan-penyimpangan dari target. Karena ada beberapa target dan tidak mungkin semua target dapat terpenuhi, maka perlu dibentuk fungsi objektif baru secara menyeluruh dengan asumsi penyimpangan bisa negatif atau positif, yakni

$$\sum_{k=1}^m \left| \sum_{j=1}^n c_{jk} x_j - b_k \right|.$$

Persamaan di atas merupakan fungsi objektif *goal programming* yang terbatas pada penyimpangan target. Jika penyimpangan target dituliskan sebagai  $d_k$ , maka secara umum, masalah goal programming dapat dituliskan sebagai berikut,

$$Z_{\min} = \sum_{k=1}^m (d_k^+ + d_k^-)$$

kendala:

$$\sum_{j=1}^m c_{jk} x_j - (d_k^+ - d_k^-) = b_k$$

$$\forall x_j, d_k^+, d_k^- \geq 0.$$

Dari rumusan di atas, setiap target dimasukkan dalam persamaan kendala yang melibatkan variabel deviasi  $d_k^+, d_k^-$ . Dalam *goal programming*, yang dinilai adalah deviasi tujuan, sasaran atau target dan bukan tingkat kegiatannya.

Ada 2 metode dalam menyelesaikan permasalahan *Goal programming*. Kedua metode sama-sama menggabungkan tujuan yang banyak menjadi tujuan tunggal. Kedua metode tersebut adalah:

1. Metode *preemptive*
2. Metode *non-preemptive* (pembobotan)

#### d. Karakteristik dalam Goal Programming

Untuk memahami *goal programming* perlu diketahui terlebih dahulu istilah-istilah dan notasi – notasi dalam *goal programming*. Berikut pengertian istilah dan notasi yang sering digunakan dalam *goal programming*.

##### 1. Variabel Keputusan ( *Decision Variabel* )

Variabel keputusan adalah serperangkat variabel yang tidak diketahui yang akan dicari nilainya.

Dinotasikan:  $x_j, j = 1, 2, 3, \dots$

##### 2. Nilai Sisi Kanan ( *Right Hand Side Value* )

Nilai Sisi Kanan adalah nilai – nilai yang menunjukkan ketersediaan sumber daya yang akan ditentukan kekurangannya atau kelebihanannya.

Dinotasikan:  $b_i, i = 1, 2, 3, \dots$

##### 3. Tujuan ( *Goal* )

Tujuan merupakan keinginan untuk meminimumkan angka penyimpangan dari suatu nilai *ringt hand side* pada suatu *goal constrain* tertentu.

##### 4. Kendala Tujuan ( *Goal Constraint* )

Kendala tujuan atau istilah lain *goal equation* adalah suatu tujuan yang dinyatakan dalam persamaan matematika dengan memasukkan variabel simpangan.

##### 5. Faktor Prioritas ( *Preemptive Priority Factor* )

Faktor prioritas adalah suatu sistem urutan yang memungkinkan tujuan – tujuan disusun secara ordinal dalam model *goal programming*.

Dilambangkan :  $P_k, k = 1, 2, \dots, k$  dan  $k$  menunjukkan banyaknya tujuan.

Sistem urutan menempatkan urutan prioritas sebagai berikut,

$$P_1 > P_2 > \dots > P_k$$

$P_1$  merupakan tujuan terpenting,  $P_2$  merupakan tujuan terpenting selanjutnya, dan seterusnya.

##### 6. Variabel Simpangan ( *Deviation Variable* )

Variabel Simpangan adalah variabel – variabel yang menunjukkan kemungkinan penyimpangan negatif atau positif pada right hand side. Variabel ini serupa dengan variabel slack dalam program linear.

Simpangan negatif dilambangkan:  $d_i^-$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$   
 $m$  menyatakan banyaknya kendala tujuan dalam model.

Simpangan positif dilambangkan:  $d_i^+$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$

#### 7. Bobot ( *Defferential weight* )

Bobot adalah timbangan matematika yang diekspresikan dalam angka kardinal dan digunakan untuk membedakan variabel simpangan didalam suatu tingkat prioritas.

Dilambangkan  $w_{ki}$ ,  $k = 1, 2, \dots, k$ ;  $i = 1, 2, \dots, m$

$w_{ki}$  digunakan untuk membedakan variabel simpangan  $i$  didalam suatu tingkat prioritas  $k$ .

#### 8. Koefisien Teknologi ( *Tecnological Coefisien* )

Koefisien teknologi adalah nilai–nilai numerik (dilambangkan  $a_{ij}$ ) yang menunjukkan penggunaan nilai  $b_i$  per unit untuk menciptakan  $x_j$ .

### e. Unsur – Unsur Goal Programming

Terdapat tiga unsur utama dalam *goal programming* yaitu fungsi tujuan, kendala non negatif, dan kendala – kendala tujuan,. Selain ketiga unsur utama tersebut ada unsur tambahan yang belum tentu ada yaitu kendala struktural.

#### 1. Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan dalam *goal programming* pada umumnya adalah masalah minimalisasi karena dalam fungsi tujuan terdapat variabel simpangan yang harus di mimimumkan, sehingga muncullah variabel simpangan dalam fungsi kendala tujuan. Sehingga fungsi tujuan dalam goal programming adalah meminimumkan penyimpangan atau variabel deviasi.

Terdapat tiga jenis fungsi tujuan dalam *goal programming*, jika  $Z$  merupakan fungsi tujuan maka:

a. Meminimumkan  $Z = d_i^- + d_i^+$

Fungsi tujuan pertama digunakan jika variabel deviasi dalam suatu masalah tidak dibedakan menurut prioritas atau bobot.

b. Meminimumkan  $Z = \sum_{i=1}^m P_k (d_i^- + d_i^+)$  untuk  $k = 1, 2, \dots, k$



Fungsi tujuan kedua digunakan jika fungsi tujuan dalam suatu masalah dibedakan menurut prioritas urutan, tetapi variabel deviasi di dalam setiap tingkat prioritas memiliki kepentingan yang sama.

c. Meminimumkan  $Z = \sum_{i=1}^m w_{ki} P_k (d_i^- + d_i^+) Z$  untuk  $k = 1, 2, \dots, k$

Fungsi tujuan kedua digunakan jika fungsi tujuan dalam suatu masalah dibedakan menurut prioritas urutan dan variabel deviasi di dalam setiap tingkat prioritas dibedakan dengan diberi bobot  $w_{ki}$ .

Berdasarkan jenis fungsi tujuan tersebut terlihat penggunaan fungsi tujuan tergantung masalahnya. Fungsi tujuan tersebut juga tidak mengandung variabel keputusan tetapi mengandung variabel simpangan. Fungsi tujuan dalam program linear mengandung variabel keputusan dan dicari nilai dari variabel itu. *Goal programming* tidak langsung mencari nilai variabel tersebut tetapi melalui minimasi simpangan positif dan simpangan negatif dari nilai *right hand side* (RHS) secara tidak langsung diperoleh nilai variabel untuk solusi optimal.

## 2. Kendala Non Negatif

Semua variabel –variabel dalam program linear bernilai positif atau samadengan nol, dalam goal programming semua variabel – variabelnya juga bernilai positif atau samadengan nol. Jadi variabel keputusan dan variabel deviasi dalam masalah goal programming bernilai positif atau sama dengan nol. Pernyataan non negatif dilambangkan  $x_j$ ,  $d_i^-, d_i^+ \geq 0$ .

## 3. Kendala Tujuan

*Goal programming* memiliki sepasang variabel simpangan yang berfungsi menampung simpangan atau *deviasi* pada ruas kiri persamaan kendala agar sama dengan ruas kanan. Agar simpangan ini minimum maka ruas kiri dibuat sedemikian sehingga sama dengan ruas kanannya, maka pada fungsi tujuan variabel simpangan ini harus diminimumkan.

Tujuan – tujuan yang dinyatakan sebagai nilai konstan diruas kanan fungsi kendala diartikan sebagai tujuan yang akan dicapai dengan mengusahakan agar nilai ruas kiri sama dengan ruas kanan fungsi kendala. Oleh sebab itu kendala – kendala pada goal programming selalu berupa persamaan yang disebut kendala tujuan.

Terdapat tiga jenis bentuk umum fungsi kendala yaitu,

$$a_{ij}x_{ij} \leq b_i \quad (i)$$

$$a_{ij}x_{ij} = b_i \quad (\text{ii})$$

$$a_{ij}x_{ij} \geq b_i \quad (\text{iii})$$

bentuk standart kendala tujuan berbentuk persamaan yang mengandung variabel deviasi, maka (i), (ii) ,dan (iii) dapat diubah menjadi

$$a_{ij}x_{ij} + d_i^- - d_i^+ = b_i$$

dengan  $d_i^-$  dan  $d_i^+$  adalah variabel deviasi yang bertugas menampung simpangan yang ada di ruas kiri agar sama dengan ruas kanan.

Terdapat enam jenis kendala tujuan dalam *goal programming* yang masing - masing memiliki hubungan yang berbeda terhadap fungsi tujuan. Berikut disajikan dalam bentuk tabel.

Tabel 1. Tabel jenis kendala tujuan dalam goal programming

| NO | Kendala Tujuan                       | Variabel Deviasi dalam Fungsi Tujuan | Kemungkinan Simpangan | Penggunaan Nilai RHS yang Diinginkan |
|----|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| 1. | $a_{ij}x_{ij} + d_i^- = b_i$         | $d_i^-$                              | Negatif               | $= b_i$                              |
| 2. | $a_{ij}x_{ij} - d_i^+ = b_i$         | $d_i^+$                              | Positif               | $= b_i$                              |
| 3. | $a_{ij}x_{ij} + d_i^- - d_i^+ = b_i$ | $d_i^+$                              | Negatif dan Positif   | $b_i$ atau lebih                     |
| 4. | $a_{ij}x_{ij} + d_i^- - d_i^+ = b_i$ | $d_i^-$                              | Negatif dan Positif   | $b_i$ atau kurang                    |
| 5. | $a_{ij}x_{ij} + d_i^- - d_i^+ = b_i$ | $d_i^-$ dan $d_i^+$                  | Negatif dan Positif   | $= b_i$                              |
| 6. | $a_{ij}x_{ij} - d_i^+ = b_i$         | $d_i^+$ (artifisial)                 | Tidak ada             | $= b_i$                              |

#### 4. Kendala Struktural

Unsur keempat yang terdapat dalam *goal programming* adalah kendala struktural. Kendala struktural adalah kendala-kendala lingkungan yang secara tidak langsung mempengaruhi tujuan masalah – masalah yang ada. Kendala struktural tidak mengandung variabel deviasi karena tidak terdapat dalam fungsi tujuan.

#### f. Model dan Penyelesaian Goal Programming

*Goal programming* berusaha meminimumkan simpangan atau deviasi dalam berbagai tujuan yang ada. Artinya ruas kiri suatu persamaan kendala sebisa mungkin samadengan ruas kanannya. Terdapat dua tipe kendala dalam goal programming yaitu kendala tujuan dan kendala teknologi. Kendala teknologi adalah kendala yang berhubungan dengan kapasitas sumber dan kendala lain yang bukan terhadap tujuan.

Sedangkan kendala tujuan mewakili atau menggambarkan objek tujuan yang dinyatakan sebagai urutan prioritas.

Menurut Hamdy A. Taha (2007 : 329) terdapat dua metode untuk menyelesaikan masalah goal programming yang tujuannya memiliki urutan prioritas, yaitu metode pembobotan (*weights method*) dan metode rangking (*preemptive method*). Kedua metode ini sama - sama menggabungkan fungsi tujuan yang ada menjadi satu. Pada dasarnya kedua metode ini berbeda karena secara prosedur penyelesaiannya berbeda. Tetapi tidak berarti salah satu metode lebih baik dari metode yang lain karena keduanya sama – sama dibuat untuk menyelesaikan tujuan dengan prioritas.

Pada metode pembobotan (*weights method*), masing-masing koefisien pada fungsi tujuan dapat diberikan bobot yang berbeda-beda sesuai dengan kepentingan. Misalkan dalam model *goal programming* terdapat  $n$  tujuan dan pada tujuan ke- $i$  diberikan fungsi sebagai berikut:

Meminimumkan  $G_i, i=1,2,...,n$ .

Bentuk kombinasi dari fungsi tujuan dengan metode pembobotan adalah:

Meminimumkan  $Z = w_1G_1 + w_2G_2 + ... + w_nG_n$ .

Pada metode rangking (*preemptive method*), pembuat keputusan harus membuat prioritas (rangking) terhadap tujuan yang ingin dicapai sesuai dengan tingkat kepentingan masing-masing tujuan.

Meminimumkan  $G_i, i= 1,2,...,n$

Fungsi Tujuan: Meminimumkan  $G_i = p_i$  (prioritas tertinggi)

Meminimumkan  $G_n = p_n$  (prioritas terendah).

Berdasarkan bentuk umum goal programming sebelumnya, apabila diberi bobot adalah sebagai berikut

Meminimumkan  $Z = \sum_{i=1}^m w_{ki} (d_i^- + d_i^+)$  untuk metode pembobotan

$$Z = \sum_{i=1}^m w_{ki} d_i^- + w_{ki} d_i^+$$

Meminimumkan  $Z = \sum_{i=1}^m P_k (d_i^- + d_i^+)$  untuk metode rangking

$$Z = \sum_{i=1}^m P_k d_i^- + P_k d_i^+$$

Dengan kendala Tujuan  $\sum_{i=1}^m a_{ij}x_j + d_i^- + d_i^+ = b_i^+$

Untuk  $i = 1, 2, \dots, m$

$j = 1, 2, \dots, n$

Kendala Teknologi  $\sum_{j=1}^n g_jx_j \leq c_k$  atau  $\sum_{j=1}^n g_jx_j \geq c_k$

Untuk  $k = 1, 2, \dots, p$

$j = 1, 2, \dots, n$

Kendala Non Negatif  $x_j, d_i^-, d_i^+ \geq 0^+$

$$d_i^- + d_i^+ = 0$$

dengan:

$d_i^-$  : jumlah unit simpangan yang kekurangan (-) terhadap tujuan  $b_i$

$d_i^+$  : jumlah unit simpangan yang kelebihan (+) terhadap tujuan  $b_i$

$w_i^-$  : Bobot yang diberikan kepada suatu unit simpangan yang kekurangan terhadap tujuan  $b_i$

$w_i^+$  : Bobot yang diberikan kepada suatu unit simpangan yang kelebihan terhadap tujuan  $b_i$

$a_{ij}$  : Koefisien teknologi fungsi kendala tujuan, yaitu yang berhubungan dengan tujuan peubah pengambilan keputusan ( $x_j$ )

$x_j$  : Peubah pengambilan keputusan

$b_i$  : Tujuan atau target yang ingin dicapai

$g_{kj}$  : Koefisien teknologi fungsi kendala struktural

$c_k$  : jumlah sumber daya  $k$  yang tersedia

$m$  : Banyaknya tujuan

$n$  : Banyaknya kendala teknologi

Model *goal programming* ini merupakan masalah pengoptimuman yang bertujuan untuk meminimumkan simpangan positif maupun simpangan negatif dari tujuan yang telah diterapkan. Berbagai tujuan yang ada diwakili oleh variabel simpangan yang berhubungan dengan tujuan tersebut.

Menurut Hamdy A. Taha (2007 : 329) metode pembobotan dan metode ranking sama - sama menggabungkan fungsi tujuan yang ada menjadi satu. Setelah fungsi tujuannya digabungkan menjadi satu maka model goal programming ini dapat dilihat sebagai masalah linear programming dengan variabel keputusan berupa variabel simpangan. Oleh sebab itu algoritma simpleks dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah ini. Algoritma simpleks juga menjamin persyaratan non negatif sehingga kendala non negatif goal programming terpenuhi. Simpangan positif dan simpangan negatif tidak dapat terjadi secara sekaligus atau simultan. Maka salah satu dari variabel simpangan yang negatif atau yang positif sama dengan nol, atau kedua variabel simpangannya sama dengan nol yang artinya target memenuhi dengan sangat memuaskan karena tanpa ada simpangan.

Setelah model *goal programming* tersebut diselesaikan dengan metode simpleks maka diperoleh nilai dari variabel  $x_1$  sampai  $x_n$ , yang membuat masalah menjadi optimal. Selain itu juga diperoleh nilai dari variabel – variabel simpangan yang diartikan sebagai seberapa menyimpang dari tujuan, tetapi simpangan yang diperoleh tetap yang paling minimal. Penelitian ini, akan menggunakan bantuan program komputer LINGO untuk mendapatkan solusi optimal.

### BAGIAN III

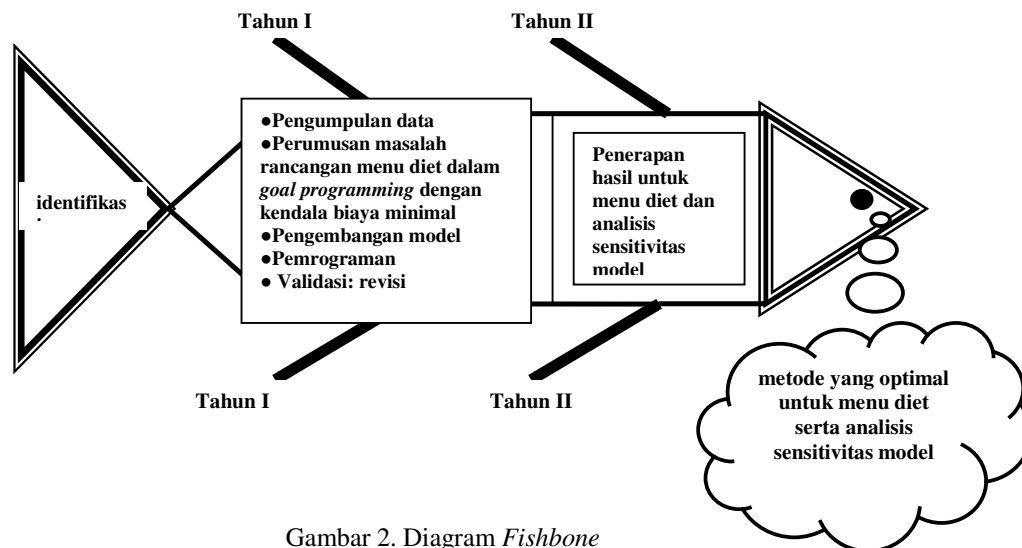
#### METODE PENELITIAN

Studi literatur & studi lapangan. Studi ini dilakukan pada waktu awal penelitian. Studi literatur ini mencakup di dalamnya pengembangan model matematika. Sedangkan studi lapangan dilakukan untuk mendapatkan data dari rumah sakit atau departemen kesehatan di Yogyakarta. Penelitian ini termasuk dalam penelitian penerapan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan mengumpulkan informasi baik dari buku atau jurnal yang berkaitan dengan metode *goal programming* dan menerapkannya untuk menentukan daftar menu diet bagi penderita *diabetes mellitus* serta hasil analisis sensitivitas model yang memperhatikan biaya pengeluaran yang optimal. Pada penelitian ini yang akan dianalisa adalah data dari rumah sakit atau departemen kesehatan di Yogyakarta di Yogyakarta.

Adapun tahapan rincinya meliputi:

- g. Identifikasi masalah
- h. Pengumpulan data dan informasi yang relevan dengan masalah yang dihadapi
- i. Pembentukan asumsi dasar sebagai acuan untuk simplifikasi atau pembatasan masalah
- j. Formulasi masalah dengan deskripsi matematis
- k. Analisis untuk mencari solusi matematis
- l. Interpretasi solusi & validasi model.

Langkah langkah diatas dilakukan berulang-ulang untuk melakukan validasi model dan untuk memperoleh hasil yang realistis. Tahapan akhir adalah kesimpulan untuk pengambilan keputusan.



Gambar 2. Diagram *Fishbone*

## BAGIAN IV PEMBAHASAN

Dalam pembentukan model perlu mengambil asumsi. Dalam penelitian ini, asumsi yang digunakan adalah menu diet yang dibahas untuk pasien DM tipe II. Pasien tidak mengalami komplikasi atau penyakit kronis lainnya. Menu dalam sehari dibagi ke dalam 6 tahap (makan pagi, snack pagi, makan siang, snack siang, makan sore, dan snack sore) diberikan dengan interval waktu tiga jam. Kandungan gizi dalam makanan hanya dibahas secara umum meliputi karbohidrat, protein, dan lemak. Selanjutnya, menu yang dibahas hanya untuk kondisi berat badan normal dan tidak sedang menjalani proses kehamilan.

Selanjutnya, hal yang terkait dengan diet adalah kondisi atau kriteria berat badan, yaitu

Tabel 1. Kriteria berat badan dan jumlah kalori yang dibutuhkan.

| Kriteria                        | BBR     |
|---------------------------------|---------|
| Kurus : BB x 40 – 60 kalori     | < 90%   |
| Normal : BB x 30 kalori         | 90-110% |
| Gemuk : BB x 20 kalori          | > 110%  |
| Obesitas : BB x 10 – 15 kalori. | > 120%  |

Untuk menghitung kriteria di atas digunakan formula berikut:

$$BBR = \frac{BB}{TB - 100} \times 100\%$$

BB dalam kg dan TB dalam cm.

Dalam Diah Krisnatuti, dkk (2014) syarat diet DM tanpa komplikasi harus memenuhi hal-hal berikut:

1. Energi cukup untuk mempertahankan berat badan normal. Makanan dibagi dalam tiga porsi besar (pagi, siang, dan sore masing-masing 20%, 30%, dan 25%. Serta 2-3 porsi kecil selingan masing-masing 10 – 15%.
2. Kebutuhan karbohidrat 60 – 70% energi total.

3. Kebutuhan protein normal, 10 – 15%.
4. Kebutuhan lemak sedang, 20 – 25%.

Oleh karena itu, penyusunan model menu diet bagi penderita DM perlu memperhatikan persyaratan tersebut. Dengan adanya nilai selang/interval yang disyaraatkan akan memberikan toleransi yang lebih lebar dalam mengkonsumsi jumlah bahan pangan. Namun demikian tetap masih dalam batas interval yang dianjurkan.

Tabel 2 merupakan contoh menu sehari-hari bagi penderita DM (Diah Krisnatuti, dkk, 2014)

| Menu                 | Bahan           | Berat (UKT)           | Harga (Rp)/unit |
|----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| <b>Sarapan</b>       |                 |                       |                 |
| 1.bihun goreng       | Bihun           | 60 gram               | 400             |
|                      | Ayam            | 50 gram               | 1500            |
|                      | Sayuran (sawi)  | 50 gram               | 500             |
| 2.omelet             | Telur           | 1 buah<br>(62,5 gram) | 2000            |
| <b>Snack pagi</b>    |                 |                       |                 |
| Puding               | Agar-agar       | 60 gram               | 3500            |
| <b>Makan siang</b>   |                 |                       |                 |
| 1.nasi merah         | Nasi merah      | 120 gram              | 1500            |
| 2.pepes ikan         | ikan            | 120 gram              | 3600            |
| 3.perkedel tempe     | tempe           | 25 gram               | 1000            |
| Sup brokoli wortel   | Brokoli, wortel | 50 gram               | 2000            |
| <b>Snack siang</b>   |                 |                       |                 |
| Buah pir             | Buah pir        | 1 buah                | 3500            |
| <b>Makan sore</b>    |                 |                       |                 |
| 1.nasi merah         | Nasi merah      | 100 gram              | 1500            |
| 2.ayam teriyaki      | ayam            | 50 gram               | 1500            |
| 3.bola tahu panggang | tahu            | 50 gram               | 1000            |
| 4.tumis bayam        | bayam           | 50 gram               | 2500            |
| <b>Snack sore</b>    |                 |                       |                 |
| Susu skim tanpa gula | Susu skim       | 1 gelas (250 ml)      | 3000            |



Tabel 3. Hasil perhitungan menu

| Zat gizi    | Hasil analisis nilai | Rekomendasi nilai/hari | Persentase pemenuhan |
|-------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| Energi      | 1465 kal             | 1482 kal               | 99%                  |
| Karbohidrat | 217 gram             | 231 gram               | 94%                  |
| Protein     | 76 gram              | 65 gram                | 117%                 |
| Lemak       | 33 gram              | 33 gram                | 100%                 |

Berdasarkan penyusunan diet dengan bahan penukar, hasil analisis nilai kandungan gizi dapat berada di bawah atau di atas dari nilai yang dianjurkan seperti tabel 3. Oleh sebab itu, dilakukan perhitungan dengan pendekatan *goal programming* untuk meminimumkan penyimpangan dari target yang diharapkan sehingga diperoleh penyelesaian optimum. Berkaitan dengan masalah optimisasi, berikut model yang disusun.

Adapun notasi matematis yang digunakan dalam model:

$X_{ij}$  : jumlah bahan pangan yang dikonsumsi setiap hari

$E_{ij}$  : kandungan energi dalam 100 g bahan pangan

$K_{ij}$  : kandungan karbohidrat dalam 100 g bahan pangan

$P_{ij}$  : kandungan protein dalam 100 g bahan pangan

$F_{ij}$  : kandungan lemak dalam 100 g bahan pangan

$b_1$  : nilai sasaran energi

$b_2$  : nilai sasaran karbohidrat

$b_3$  : nilai sasaran protein

$b_4$  : nilai sasaran lemak

$d^-$  : deviasi bawah

$d^+$  : deviasi atas

$c_{ij}$  : harga rata-rata bahan pangan

$l_{ij}$  : batas bawah jumlah bahan pangan

$u_{ij}$  : batas atas jumlah bahan pangan

$R$  : biaya pengeluaran dalam sehari.

for  $i = 1, 2, \dots, 6; j = 1, 2, \dots, n$ .

Fungsi tujuan dalam model ini akan menjadi fungsi kendala pada model Goal Programming, meliputi:

1. Memenuhi pencapaian jumlah energi

$$\sum_{\substack{j=1 \\ i=1,3,5}}^4 E_{ij}X_{ij} + \sum_{\substack{j=1 \\ i=2,4,6}} E_{ij}X_{ij} + d_1^- - d_1^+ = b_1. \quad (1)$$

2. Memenuhi sasaran jumlah karbohidrat pada selang tertentu

$$\sum_{\substack{j=1 \\ i=1,3,5}}^4 K_{ij}X_{ij} + \sum_{\substack{j=1 \\ i=2,4,6}} K_{ij}X_{ij} + d_2^- \geq b_2^-. \quad (2)$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ i=1,3,5}}^4 K_{ij}X_{ij} + \sum_{\substack{j=1 \\ i=2,4,6}} K_{ij}X_{ij} - d_2^+ \leq b_2^+. \quad (3)$$

3. Memenuhi sasaran jumlah protein pada selang tertentu

$$\sum_{\substack{j=1 \\ i=1,3,5}}^4 P_{ij}X_{ij} + \sum_{\substack{j=1 \\ i=2,4,6}} P_{ij}X_{ij} + d_3^- \geq b_3^-. \quad (4)$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ i=1,3,5}}^4 P_{ij}X_{ij} + \sum_{\substack{j=1 \\ i=2,4,6}} P_{ij}X_{ij} - d_3^+ \leq b_3^+. \quad (5)$$

4. Memenuhi sasaran jumlah lemak pada selang tertentu

$$\sum_{\substack{j=1 \\ i=1,3,5}}^4 F_{ij}X_{ij} + \sum_{\substack{j=1 \\ i=2,4,6}} F_{ij}X_{ij} + d_4^- \geq b_4^-. \quad (6)$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ i=1,3,5}}^4 F_{ij}X_{ij} + \sum_{\substack{j=1 \\ i=2,4,6}} F_{ij}X_{ij} - d_4^+ \leq b_4^+. \quad (7)$$

5. Meminimumkan biaya pengeluaran.

$$R = \sum_{i=1,3,5}^4 c_{ij}X_{ij} + \sum_{i=2,4,6}^4 c_{ij}X_{ij}. \quad (8)$$

Fungsi kendala jumlah bahan pangan:

$$X_{ij} + d_{mj}^- \geq l_{ij} \quad (9)$$

$$X_{ij} - d_{mj}^+ \leq u_{ij} \quad (10)$$

For  $m = 5, \dots, 10$ .

### Model Goal Programming untuk menu diet bagi penderita DM

*Goal programming* merupakan pendekatan yang tepat digunakan dalam pengambilan keputusan untuk mencapai tujuan-tujuan yang bertentangan di dalam batasan-batasan dalam penyusunan menu diet DM. Metode *goal programming* juga membantu memperoleh solusi optimal yang paling mendekati sasaran yang diinginkan. Berikut ini model Goal programming untuk perencanaan menu diet DM.

Minimumkan

$$\sum_{m=1}^4 d_m^- + d_m^+ + \sum_{m=5,7,9}^4 d_{mj}^- + d_{mj}^+ + \sum_{m=6,8,10}^4 d_{mj}^- + d_{mj}^+ \quad (11)$$

dengan kendala: persamaan (1) – (10).

Dengan menggunakan parameter yang terdapat pada tabel 2 serta panduan bahan pener, model Goal programming diselesaikan dengan menggunakan bantuan LINGO. Hasil perhitungan berupa rancangan menu diet bagi penderita DM sedemikian sehingga sesuai dengan nilai yang dianjurkan.

Berdasarkan perhitungan dengan LINGO diperoleh hasil sebagai berikut:

Table 4. Hasil rancangan menu dengan Goal Programming

| Menu              | Bahan   | Berat<br>(UKT) | Keterangan |
|-------------------|---------|----------------|------------|
| <b>Sarapan 35</b> |         |                |            |
| 1.bihun goreng    | Bihun   | 35 gram        |            |
|                   | Ayam    | 50 gram        |            |
|                   | Sayuran | 20             |            |

|                      |                 |                       |        |
|----------------------|-----------------|-----------------------|--------|
|                      | (sawi)          | gram                  |        |
| 2.omelet             | Telur           | 1 buah<br>(30 gram)   |        |
| <b>Snack pagi</b>    |                 |                       |        |
| Puding               | Agar-agar       | 45 gram               |        |
| <b>Makan siang</b>   |                 |                       |        |
| 1.nasi merah         | Nasi merah      | 150 gram              | 100    |
| 2.pepes ikan         | ikan            | 140 gram              | 215.01 |
| 3.perkedel tempe     | tempe           | 25 gram               | 0      |
| Sup brokoli wortel   | Brokoli, wortel | 50 gram               | 0      |
| <b>Snack siang</b>   |                 |                       |        |
| Buah pir             | Buah pir        | 1 buah<br>(150 gram)  | 338.15 |
| <b>Makan sore</b>    |                 |                       |        |
| 1.nasi merah         | Nasi merah      | 143 gram              | 100    |
| 2.ayam teriyaki      | Ayam            | 50 gram               |        |
| 3.bola tahu panggang | Tahu            | 49.5 gram             | 0      |
| 4.tumis bayam        | Bayam           | 95 gram               | 0      |
| <b>Snack sore</b>    |                 |                       |        |
| Susu skim tanpa gula | Susu skim       | 1 gelas<br>(200 gram) | 200    |

Berdasarkan Table 2, energi yang dipenuhi oleh menu yang disusun adalah 1482 kalori seperti yang dianjurkan. Sementara itu, biaya pengeluaran untuk menu tersebut sebesar Rp 26,758.75.

## **BAGIAN V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. KESIMPULAN**

Penyebab diabetes mellitus (DM) kebanyakan datang dari pola makan yang kurang baik dan konsumsi makanan manis yang berlebihan. Pengobatan DM melalui diet merupakan salah satu cara terbaik untuk memperbaiki pola makan seseorang sehingga dapat terhindar dari penyakit DM. Penyusunan menu diet harus memperhatikan kandungan zat gizi sehingga tercukupi asupan energi, karbohidrat, lemak, dan protein. Kandungan zat gizi yang berupa asupan energi, karbohidrat, lemak dan protein perlu diperhatikan jumlah optimalnya. Penyusunan menu diet berdasarkan metode Goal Programming bertujuan meminimumkan penyimpangan di atas atau di bawah jumlah yang direkomendasikan tampak pada Persamaan (11) dengan kendala (1) – (10). Hasil perhitungan dengan bantuan LINGO diperoleh rancangan menu sesuai jumlah kalori yang dianjurkan tampak pada Tabel 4 dan jumlah biaya pengeluaran yang minimum sebesar Rp 26,758.75.

#### **B. SARAN**

Disarankan untuk penelitian selanjutnya menggunakan metode lain untuk menyelesaikan model, atau menggunakan software optimasi yang lain, misalnya AMPL, GLPK.

## Daftar Pustaka

- Anis,dkk, 2007. Optimasi Perencanaan Produksi dengan Metode Goal Programming. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri* Vol. 5 No. 3 April 2007, hal 133 - 143.
- Charles, D. dan Simpson, T. 2002. *Goal Programming Application in Multidisciplinary Design Optimization* (<http://www.dtic.mil/ndia/2001sbac/simpson>).
- Chodary, B. dan Slomp, J. 2002. *Production Planning Under Dynamic Product Environment: A Multi-objective Goal Programming Approach* (<http://www.ub.rug.nl/eldoc/som/a/02A12/02A12.pdf>).
- Darko, F; Allen, B; Mazunda, J; Rahimzai, R; and Dobbins, C. 2013. Cost-Minizing Food Budgets in Ghana. *Academic Journal*. Volume 5(4).pp. 135-141 April 2013 Journal of Development and Agriculture Economics.
- David G, dkk. 1981. *Management Science An Introduction*.USA: McGraw Hill Company.
- Depkes RI. 2008. *Pedoman Pengendalian Diabetes Mellitus dan Penyakit Metabolik*.
- Dwi Lestari, dkk.(2012) Optimasi Persediaan Bahan Bakar Minyak di Yogyakarta Menggunakan goal Programming. *Hasil Penelitian LPPM UNY*.
- Hillier, F. dan Lieberman, G. 1994. *Pengantar Riset Operasi*. Jilid 1 Edisi Kelima, Jakarta: Erlangga.
- Ikeu Tanziha. 2009. Goal Programming: Optimalisasi Konsumsi Pangan Balita pada Keluarga Nelayan. *Jurnal Gizi dan Pangan* Maret 2009 No. IV (1) Hal 1-7.
- Mira Puspitasari. 2005. Pengembangan Model Matematis untuk Optimasi Perencanaan Produksi Minuman Marimas. *Hasil penelitian*. (<http://eprints.undip.ac.id/34019/>)
- Pasic, M; Catovic, A;Bijelonja, I; and Bahtanovic, A. 2012. Goal Programming Nutrition Optimization Model. *Proceeding of the 23<sup>rd</sup> International DAAM Symposium Volume23, No. 1* Austria.
- Sullyartha, Esa Rengganis. 2006. Penerapan Goal Programming pada Penentuan Kombinasi produk yang akan Didistribusikan. *Hasil Penelitian*. Surabaya: ITS
- Taha Hamdy. 2007. *Operation Research 8<sup>th</sup>ed*. An Introduction. USA: Pearson Prentice hall.
- Vinayanti. 2011. Pendekatan goal programming untuk Penentuan Rute Kendaraan pada kegiatan distribusi. *Hasil Penelitian*. FMIPA: ITS
- Ujang Sumarwan, dkk. 1999. Penggunaan Metode Goal Programming dalam Perencanaan Diet Diabetes Mellitus. *Jurnal Media Gizi dan Keluarga* Juli 1999 No. XXIII (1) Hal 15-24.
- \_\_\_\_\_ (2013). Pengertian dan jenis-jenis diet  
<http://www.yangbaru.info/33245/pengertian-diet.html> diakses jumat 12 April 2013.

## Lampiran Biodata Ketua dan Anggota Tim Peneliti

### Biodata Ketua Tim Peneliti

#### A. Identitas Diri

|                                  |   |                 |
|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 Nama Lengkap (dengan gelar)    | Atmini Dhoruri, M. S.   | <del>I</del> /P |
| 2 Jabatan Fungsional             | Lektor Kepala   |                 |
| 3 Jabatan Struktural             | -   |                 |
| 4 NIP/NIK/Identitas lainnya      | 196007101986012001  |                 |
| 5 NIDN                           | 0010076006  |                 |
| 6 Tempat dan Tanggal Lahir       | Sleman, 10 Juli 1960  |                 |
| 7 Alamat Rumah                   | Derokulon Harjobinangun Pakem Sleman                                |                 |
| 9 Nomor Telepon/Faks/ HP         | 08122744139   |                 |
| 10 Alamat Kantor                 | Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY,<br>Karangmalang Yogyakarta |                 |
| 11 Nomor Telepon/Faks            | 0274 548203   |                 |
| 12 Alamat e-mail                 | <a href="mailto:Atmini_uny@yahoo.co.id">Atmini_uny@yahoo.co.id</a>  |                 |
| 13 Lulusan yang Telah Dihasilkan | S-1= 120 orang; S-2= - Orang; S-3= - Orang                          |                 |
| 14. Mata Kuliah yg Diampu        | 1. Fungsi Peubah Kompleks   |                 |
|                                  | 2. Kalkulus Diferensial   |                 |
|                                  | 3. Kalkulus Integral  |                 |
|                                  | 4. Analisis Vektor  |                 |
|                                  | 5. Aljabar  |                 |
|                                  | 6. Microteaching  |                 |

#### B. Riwayat Pendidikan

| Nama Perguruan Tinggi         | S-1             | S-2                                 |
|-------------------------------|-----------------|-------------------------------------|
|                               | IKIP Yogyakarta | Institut Teknologi Bandung, Bandung |
| Bidang Ilmu                   | Matematika      | Matematika                          |
| Tahun Masuk-Lulus             | 1979 – 1985     | 1989 – 1991                         |
| Judul Skripsi/Thesis          | -               | Ruang Lebesgue $L_p(\Omega)$        |
| Nama Pembimbing atau Promotor | -               | Dr. S.M Nababan                     |

#### 5. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

| No. | Tahun | Judul Penelitian  | Pendanaan |               |
|-----|-------|---|-----------|---------------|
|     |       |   | Sumber*   | Jml (Juta Rp) |
| 1   | 2013  | Optimisasi Rute Distribusi <i>Liquified Petroleum Gas</i> (LPG) di Kota Yogyakarta dengan Model <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP) melalui Pendekatan <i>Goal Programming</i> | DIKTI     | 40            |
| 2   | 2012  | Pengembangan Strategi Pembelajaran Berbasis Pendidikan Matematika Realistik untuk Memfasilitasi Pencapaian kemampuan Literasi Matematis Siswa SMP                               | IM-HERE   | 30            |
| 3   | 2012  | Pengembangan Bahan Ajar Berbasis  | BOPTN     | 10            |

|   |      |   |         |     |
|---|------|---|---------|-----|
|   |      | Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (PMRI) Sebagai Upaya Pencapaian kemampuan Literasi Matematis Siswa                                |         |     |
| 4 | 2012 | Penerapan Trayektori Ortogonal pada Pemetaan Konformal dari Fungsi dengan Variabel Kompleks   | DIPA    | 7.5 |
| 5 | 2011 | <b>Pengembangan Bahan Ajar Matematika Kelas I SMP Berdasar Conitive Load Theory dengan Pendekatan Matematika Realistik Indonesia (PMRI)</b> | IM-HERE | 30  |
| 6 | 2010 | Mengembangkan Bahan Ajar untuk materi sulit pada Pembelajaran Matematika di Sekolah Menengah Pertama  | IM-HERE | 30  |
| 7 | 2009 | Pengembangan Student Worksheet untuk Pembelajaran Matematika Berbasis Realistik Secara Bilingual di Sekolah Menengah Pertama                | IM-HERE | 30  |

#### 6. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat Dalam 5 Tahun Terakhir

| No. | Tahun | Judul Pengabdian Kepada Masyarakat  | Pendanaan |               |
|-----|-------|---|-----------|---------------|
|     |       |   | Sumber*   | Jml (Juta Rp) |
| 1   | 2013  | Pelatihan penyusunan perangkat pembelajaran berbasis PMRI bagi Guru SMP/MTs di Yogyakarta                                       | DIPA      | 10            |
| 2   | 2013  | Workshop pemecahan masalah bagi guru matematika   | DIPA      | 4             |
| 3   | 2013  | Pelatihan penggunaan Winplot WinGeom Bagi Guru Matematika   | DIPA      | 4             |
| 4   | 2012  | Pelatihan Geogebra sebagai Upaya Peningkatan Profesionalitas guru SMA dalam Penyusunan Media Interaktif Pembelajaran Matematika | DIPA      | 4             |
| 5   | 2012  | Pelatihan Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika dengan Pendekatan PMRI bagi Guru-guru SMP di Sleman                    | DIPA      | 4             |
| 6   | 2012  | Narasumber kegiatan MGMP Matematika di Kecamatan Muntilan   | Diknas    | 50            |
| 7   | 2011  | Pelatihan Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika dengan Pendekatan PMRI bagi Guru-guru SMP di Yogyakarta                | DIPA      | 3             |
| 8   | 2010  | Workshop PMRI: Pengembangan Perangkat Pembelajaran  | DIPA      | 3             |
| 9   | 2010  | Pembimbing Guru-guru SD dalam implementasi Pendekatan PMRI  | DIKTI     | 12            |



**7. Pengalaman Penyampaian Makalah Secara Oral Pada Pertemuan / Seminar Ilmiah dalam 5 Tahun Terakhir**

| No | Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar                   | Judul Artikel Ilmiah   | Waktu dan Tempat  |
|----|---|--|---|
| 1  | Seminar Internasional IICMA UGM                   | A Goal Programming Approach to Solve VRP using LINGO   | UGM, 6-7 November 2013  |
| 2  | Seminar Internasional IICMA UGM                   | Solving Capacitated VRPTW by Goal Programming Approach   | UGM, 6-7 November 2013  |
| 3  | Konferensi Nasional Pendidikan Matematika XIV     | Pengembangan Student Worksheet untuk Pembelajaran Matematika Berbasis Realistik Secara Bilingual di Sekolah Menengah Pertama | Jurusan Pendidikan Matematika, di FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta, Juli 2011.       |
| 4  | Seminar Nasional di Jurusan Pendidikan Matematika | Pembelajaran Matematika SMA Menggunakan GeoGebra   | Jurusan Pendidikan Matematika, di FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta, 27 November 2010 |
| 5  | Seminar Nasional di Jurusan Pendidikan Matematika | Pengembangan Student Worksheet untuk Pembelajaran Matematika Berbasis Realistik Secara Bilingual di Sekolah Menengah Pertama | Jurusan Pendidikan Matematika, di FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta, 15 Desember 2009 |
| 6  | Seminar Nasional di Jurusan Pendidikan Matematika | Model Epidemi Berdasarkan Kelompok Umur  | Jurusan Pendidikan Matematika, di FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta, 15 Desember 2009 |

**9. Pengalaman Penulisan Buku dalam 5 Tahun Terakhir**

| No | Judul Buku   | Tahun | Jumlah Halaman | Penerbit          |
|----|--|-------|----------------|-------------------|
| 1  | Buku Kerja Matematika untuk IPA Kelas XII                    | 2012  | 202            | Quadra            |
| 2  | Pembelajaran Persamaan Garis Lurus di SMP                    | 2011  | 100            | PPPPTK Matematika |
| 3  | Pembelajaran Kemampuan Pemecahan dalam Kajian Aljabar di SMP | 2010  | 104            | PPPPTK Matematika |
| 4  | Buku Sukses Ujian Matematika SMA                             | 2010  | 194            | Yudhistira        |
| 5  | Buku Kerja Matematika untuk IPA Kelas XI                     | 2009  | 202            | Quadra            |
| 5  | Buku Kerja Matematika untuk IPS Kelas XI                     | 2009  | 120            | Quadra            |

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Dan apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.  
Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan hibah **Penelitian Hibah Bersaing**.

Yogyakarta, 28 Oktober 2015  
Pengusul,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Atmini Dhoruri', is written over a light blue rectangular background.

Atmini Dhoruri, M.S  
196007101986012001

## Biodata Anggota Tim Pengusul 1

### A. Identitas Diri

|    |                               |  |
|----|-------------------------------|--|
| 1  | Nama Lengkap (dengan gelar)   | Dwi Lestari, M.Sc.   |
| 2  | Pangkat/Jabatan Fungsional    | Penata Muda Tk.1/IIIb/Asisten Ahli   |
| 3  | NIP/NIDN                      | 198505132010122006/ 0013058501   |
| 4  | Tempat dan Tanggal lahir      | Klaten, 13 Mei 1985  |
| 5  | Alamat Rumah                  | Karangkajen MG III/911 Yogyakarta  |
| 6  | Nomor telepon/ Fax            | 0274 8524226   |
| 7  | Nomor HP                      | 0819 317 33249   |
| 8  | Alamat Kantor                 | Karangmalang, Yogyakarta Kode Pos 55281  |
| 9  | Nomor telepon/Fax             | -  |
| 10 | Alamat Email                  | <a href="mailto:dwilestari@uny.ac.id">dwilestari@uny.ac.id</a>   |
| 11 | Lulusan yang telah dihasilkan | -  |
| 12 | Mata Kuliah yang diampu       | 1. Matematika Teknik<br>2. Fungsi Peubah Kompleks II<br>3. Aljabar Abstrak<br>4. Matematika Dasar untuk Biologi<br>5. Persamaan Diferensial<br>6. Teori Persandian<br>7. Aljabar Linear Lanjut |

### B. Riwayat Pendidikan

| 1 Program                           | S1  | S2  | S3 |
|-------------------------------------|---|---|----|
| 2 Nama PT                           | UNY   | UGM   | -  |
| 3 Bidang Ilmu                       | Matematika  | Matematika  |    |
| 4 Tahun masuk                       | 2003  | 2008  |    |
| 5 Tahun lulus                       | 2007  | 2010  |    |
| 6 Judul Skripsi/Tesis/<br>Disertasi | Model Inventori<br>Deterministik dalam<br>Pengendalian Bahan Baku<br>Produksi | Model Epidemologi SIR<br>Berdasarkan<br>Kelompok Umur |    |
| 7 Nama Pembimbing/<br>Promotor      | Sahid, M.Sc.<br>Caturiyati, M.Si.   | Prof. Dr. Widodo,<br>M.S.                             |    |

### C. Pengalaman Penelitian

| No | Judul   | Mandiri/Kelompok *) | Tahun | Jumlah Mahasiswa yang terlibat | Sumber Dana **) | Jumlah (JutaRp) |
|----|---|---------------------|-------|--------------------------------|-----------------|-----------------|
| 1. | Optimisasi Rute Distribusi <i>Liquified Petroleum Gas</i> (LPG) di Kota Yogyakarta dengan Model <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP) melalui Pendekatan <i>Goal Programming</i> | Kelompok            | 2013  | 3                              | DIKTI           | <b>40</b>       |

|    |  |          |      |   |               |            |
|----|--|----------|------|---|---------------|------------|
| 2. | Pengembangan Bahan Ajar Matematika Diskret Berbasis Representasi Multipel untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi dan Koneksi matematis Mahasiswa Calon Guru Matematika Sekolah Menengah | Kelompok | 2013 | 3 | DIKTI         | <b>50</b>  |
| 3. | Metode Perjanjian <i>Password</i> Berdasarkan Operasi Matriks atas Aljabar Min-Plus untuk Keamanan Pengiriman Informasi  | Kelompok | 2013 | 2 | DIPA Fakultas | <b>4</b>   |
| 4. | Optimisasi Sistem Pengangkutan Sampah Di Kota Yogyakarta Dengan Model <i>Vehicle Routing Problem</i> Menggunakan Algoritma <i>Sequential Insertion</i>                                   | Kelompok | 2013 | 2 | DIPA UNY      | <b>7.5</b> |
| 5. | Pengembangan Strategi Pembelajaran Berbasis Matematika Realistik untuk Memfasilitasi Pencapaian Kemampuan Literasi Matematis Siswa SMP   | Kelompok | 2012 | 4 | IM-HERE       | <b>30</b>  |
| 6. | Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (PMRI) Sebagai Upaya Pencapaian kemampuan Literasi Matematis Siswa  | Kelompok | 2012 | 3 | BOPTN         | <b>10</b>  |
| 7. | Optimasi Persediaan Bahan Bakar Minyak (BBM) di Yogyakarta Menggunakan Goal Programming  | Kelompok | 2012 | 3 | DIPA          | <b>7.5</b> |
| 8. | Eksistensi Dan Ketunggalan Solusi Persamaan Panas Dengan Syarat Batas Tipe Neumann   | Kelompok | 2012 | 3 | DIPA          | <b>4</b>   |

|    |   |         |      |   |   |   |
|----|---|---------|------|---|---|---|
|    | (Studi Kasus: Optimalisasi Suhu Pada Sterilisasi Minuman Kemasan)   |         |      |   |   |   |
| 9. | Model Pelatihan Ulang ( <i>Retraining</i> ) Pekerja pada Suatu Perusahaan Berdasarkan Penilaian Rekan Kerja | Mandiri | 2011 | - | - | - |
| 10 | Double Glazing Design untuk efisiensi energi pada alat rumah tangga   | Mandiri | 2011 | - | - | - |
| 11 | Model Epidemii SIR Berdasarkan Kelompok Umur  | Mandiri | 2010 | - | - | - |

#### D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat

| No | Judul   | Mandiri/<br>Kelompok*) | Tahun | Jumlah Mahasiswa yang terlibat | Sumber Dana **) | Jumlah (JutaRp) |
|----|---|------------------------|-------|--------------------------------|-----------------|-----------------|
| 1  | Pengayaan materi olimpiade Nasional Matematika Perguruan Tinggi bidang Kombinatorik   | Mandiri                | 2011  |                                | UIN             | -               |
| 2. | Pengayaan materi olimpiade Nasional Matematika Perguruan Tinggi bidang Analisis Kompleks  | Kelompok               | 2012  |                                | MIPA UNY        | -               |
| 3. | Pelatihan Geogebra Sebagai Upaya Peningkatan Profesionalitas Guru SMA dalam Penyusunan Media Interaktif Pembelajaran Matematika | Kelompok               | 2012  | 3                              | DIPA            | <b>4</b>        |
| 4. | Pelatihan Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika dengan Pendekatan Matematika Realistik Indonesia (PMRI)                | Kelompok               | 2012  | 2                              | DIPA            | <b>4</b>        |

|   |  |          |      |   |  |      |
|---|--|----------|------|---|--|------|
|   | bagi Guru-guru SMP Di Kabupaten Sleman   |          |      |   |  |      |
| 5 | Narasumber Pelatihan Penggunaan Geogebra dalam Pembelajaran Matematika SMA di MGMP Kabupaten Gunungkidul | Mandiri  | 2012 | - | Diknas                                   | 0.85 |
| 6 | Juri Lomba dan Gebyar Seni PK-LK   | Kelompok | 2012 | - | Kepala Bidang PLB dan Dikdas Dikpora DIY | 0.3  |
| 7 | Pelatihan penyusunan perangkat pembelajaran berbasis PMRI bagi Guru SMP/MTs di Yogyakarta                | Kelompok | 2013 | - | DIPA UNY                                 | 10   |
| 8 | Pelatihan penggunaan Winplot WinGeom Bagi Guru Matematika  | Kelompok | 2013 | - | DIPA Fak                                 | 4    |

**E. Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah Dalam Jurnal/Seminar**

| No | Judul Karya Ilmiah  | Tahun | Keterangan  |
|----|---|-------|---|
| 1  | A Goal Programming Approach to Solve VRP using LINGO  | 2013  | Makalah di Seminar Internasional IICMA UGM, 6-7 November 2013         |
| 2. | Solving Capacitated VRPTW by Goal Programming Approach  | 2013  | Makalah di Seminar Internasional IICMA UGM, 6-7 November 2013         |
| 3. | Optimisasi Persediaan Bahan Bakar Minyak (BBM) di Yogyakarta Menggunakan <i>Goal Programming</i>  | 2013  | Prosiding Seminar Nasional Matematika dan IPA, FMIPA UNY, 18 Mei 2013 |
| 4. | Suatu Algoritma Kriptografi <i>Stream Cipher</i> Berdasarkan Fungsi Chaos                         | 2012  | Prosiding Semnas Matematika dan Pendidikan Matematika 2012            |
| 5. | Linearisasi Sistem Persamaan Diferensial Parsial pada Model Epidemi SIR Berdasarkan Kelompok Umur | 2012  | Prosiding Semnas MIPA di FMIPA UNY                                    |
| 6. | Eksistensi dan Ketunggalan Solusi Persamaan Panas dengan Syarat Batas Neumann                     | 2012  | Prosiding Semnas Matematika UNS 2012                                  |
| 4. | Model Pelatihan Ulang ( <i>Retraining</i> )   | 2011  | Jurnal Pendidikan   |

|    |   |      |   |
|----|---|------|---|
|    | Pekerja pada Suatu Perusahaan Berdasarkan Penilaian Rekan Kerja                               |      | Matematika, Ilmu Matematika dan Matematika Terapan AdMathEdu Edisi Juni 2011 Vol.I No.1   |
| 5. | <i>Double Glazing Design</i> untuk efisiensi energi pada alat rumah tangga                    | 2011 | Prosiding Seminar Nasional MIPA UNY Mei 2011  |
| 6. | Stability of A Trivial Steady-State Age Distribution in SIR Epidemic Model with Age Structure | 2010 | <i>International Conference on Algebra</i> 2010 (ICA2010), FMIPA UGM, Yogyakarta, 7-10 Oktober 2010   |
| 7. | Kondisi Keamanan Sempurna dari Suatu Sistem Kriptografi                                       | 2010 | Seminar Nasional MIPA dan Pendidikan MIPA di FMIPA UNY, 15 Mei 2010   |
| 5. | Pembelajaran Matematika SMA Menggunakan GeoGebra  | 2010 | Seminar Nasional Pendidikan Matematika, FMIPA UNY, 17 April 2010  |
| 6. | Poincare Map of A Time Periodic Ordinary Differential Equation                                | 2010 | Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika, UMM Malang, 30 Januari 2010  |
| 7. | The Leslie Matrix in Population Model with Age Structured                                     | 2009 | <i>Proceeding IndoMS International Conference on Mathematics and Its Applications</i> 2009 (IICMA2009), FMIPA UGM, Yogyakarta, 12-13 Oktober 2009 |
| 8. | Model Pertumbuhan Populasi Berdasarkan Kelompok Umur  | 2009 | Jurnal Phytagoras, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, Edisi: Juni 2009   |

#### F. Pengalaman Penulisan Buku dalam 5 Tahun Terakhir

| No | Judul Buku                                | Tahun | Jumlah Halaman | Penerbit   |
|----|---|-------|----------------|------------|
| 1  | Buku Kerja Matematika untuk IPA Kelas XII | 2012  | 202            | Quadra     |
| 2  | Buku Sukses Ujian Matematika SMA          | 2010  | 194            | Yudhistira |
| 3  | Buku Kerja Matematika untuk IPA Kelas XI  | 2009  | 202            | Quadra     |
| 4  | Buku Kerja Matematika untuk IPS Kelas XI  | 2009  | 120            | Quadra     |
| 5  | Buku Kerja Matematika untuk Kelas X       | 2009  | 120            | Quadra     |

**G. Pengalaman Perolehan HKI Dalam 5 – 10 Tahun Terakhir**

| No. | Judul/Tema HKI | Tahun | Jenis | Nomor P/ID |
|-----|----------------|-------|-------|------------|
| -   | -              | -     | -     | -          |

**I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya Dalam 5 Tahun Terakhir**

| No. | Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan | Tahun | Tempat Penerapan | Respons Masyarakat |
|-----|--|-------|------------------|--------------------|
| -   | -  | -     | -                | -                  |

**J. Penghargaan yang Pernah Diraih dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)**

| No. | Jenis Penghargaan | Institusi Pemberi Penghargaan | Tahun |
|-----|-------------------|-------------------------------|-------|
| -   | -                 | -                             | -     |

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Dan apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan hibah **Penelitian Hibah Bersaing**.

Yogyakarta, 28 Oktober 2015  
Pengusul,



(Dwi Lestari, S.Si, M.Sc)



## Biodata Anggota Tim Pengusul2

### A. Identitas Diri

|     |                               |  |     |
|-----|-------------------------------|--|-----|
| 1   | Nama Lengkap (dengan gelar)   | : Eminugroho Ratna Sari, M.Sc  | ✉/P |
| 2   | Jabatan Fungsional            | : Asisten Ahli   |     |
| 3   | Jabatan Struktural            | : -  |     |
| 4   | NIP/NIK/Identitas lainnya     | : 19850414 200912 2 003  |     |
| 5   | NIDN                          | : 0514048501   |     |
| 6   | Tempat dan Tanggal Lahir      | : Sukoharjo, 14 April 1985   |     |
| 7   | Alamat Rumah                  | : Jl. Parangtritis KM 5 No 11, Druwo, Sewon, Bantul  |     |
| 9   | Nomor Telepon/Faks/ HP        | : 085229203430   |     |
| 10  | Alamat Kantor                 | : Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY  |     |
| 11  | Nomor Telepon/Faks            | : -  |     |
| 12  | Alamat e-mail                 | : <a href="mailto:eminugroho@uny.ac.id">eminugroho@uny.ac.id</a>   |     |
| 13  | Lulusan yang Telah Dihasilkan | S-1= - orang; S-2= - Orang; S-3= - Orang   |     |
| 14. | Mata Kuliah yg Diampu         | Penelitian Operasional<br>Pemodelan Matematika<br>Matematika Teknik<br>Fungsi Peubah Komplek<br>Kalkulus |     |

### B. Riwayat Pendidikan

| Nama Perguruan Tinggi         | S-1             | S-2   |
|-------------------------------|-----------------|---|
|                               | UGM             | UGM   |
| Bidang Ilmu                   | Matematika      | Matematika  |
| Tahun Masuk-Lulus             | 2003-2007       | 2007-2009   |
| JudulSkripsi/Thesis/Disertasi | Persamaan Panas | Model Matematika Untuk Pemberantasan <i>Aedes Aegypti</i> Dengan Teknik Serangga Steril |
| Nama Pembimbing/Promotor      | Dr. Lina Aryati | Dr. Lina Aryati   |

### 3. Pengalaman Penelitian

| Tahun | Penelitian   | Sumber dan Dana (juta) |
|-------|--|------------------------|
| 2013  | : <b>Optimasi Sistem Pengangkutan Sampah di Kota Yogyakarta dengan Model <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP) Menggunakan Algoritma <i>Sequential Insertion</i></b><br>penelitian kelompok (ketua) | DIPA UNY<br>7.5        |

|      |   |                                  |
|------|---|----------------------------------|
| 2013 | <b>Aplikasi Persamaan Diferensial: Persamaan Benjamin Bona Mahony, Persamaan Telegraph, Persamaan Helmholtz's</b><br>penelitian kelompok (anggota)  | DIPA<br>10                       |
| 2013 | <b>: Optimisasi Rute Distribusi <i>Liquified Petroleum Gas</i> (LPG) di Kota Yogyakarta dengan Model <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP) Melalui Pendekatan <i>Goal Programming</i></b><br>penelitian kelompok (anggota) | Hibah<br>Bersaing<br>DIKTI<br>40 |
| 2012 | <b>: Eksistensi Dan Ketunggalan Solusi Persamaan Panas Dengan Syarat Batas Tipe Neumann (Studi Kasus: Optimalisasi Suhu Pada Sterilisasi Minuman Kemasan)</b><br>penelitian kelompok (ketua)                              | DIPA<br>4                        |
| 2012 | <b>: Penerapan Algoritma Koloni Semut (<i>Ant Colony Optimization</i>) Untuk Optimasi Rute Distribusi Pengangkutan Sampah Di Kota Yogyakarta</b><br>penelitian kelompok (anggota)   | DIPA<br>4                        |
| 2012 | <b>: Optimasi Persediaan Bahan Bakar Minyak (BBM) di Yogyakarta menggunakan <i>Goal Programming</i></b><br>penelitian kelompok (anggota)  | DIPA UNY<br>7.5                  |
| 2012 | <b>: Solusi Numerik Proses Semi Markov Homogen Untuk Premi Tambahan Asuransi Perawatan Jangka Panjang</b><br>penelitian kelompok (anggota)  | DIPA UNY<br>15                   |
| 2011 | <b>: Strategi Vaksinasi <i>Pulse</i> untuk Mengatasi Epidemik Penyakit Campak pada Anak Usia Dini Berdasarkan Model SIR,</b><br>penelitian kelompok (anggota)   | DIPA UNY<br>5                    |
| 2009 | <b>: Model Matematika Untuk Pemberantasan <i>Aedes Aegypti</i> Dengan Teknik Serangga Steril,</b><br>penelitian mandiri   | -                                |

#### 4.Karya Ilmiah

|      |   |
|------|---|
| 2013 | <b>: A Goal Programming Approach to Solve Vehicle Routing Problem Using LINGO</b> , dipresentasikan pada 2 <sup>nd</sup> IndoMS International Conference on Mathematics and Its Applications, 6-7 November 2013     |
| 2013 | <b>: Eksistensi dan Ketunggalan Solusi Persamaan Panas</b> , dimuat dalam Jurnal Sains Dasar Vol.2 No 2 Oktober 2013  |
| 2013 | <b>: Penerapan Algoritma Koloni Semut untuk Optimisasi Rute Distribusi Pengangkutan Sampah di Kota Yogyakarta</b> , dimuat dalam Jurnal Sains Dasar Vol.2 No 1 April 2013   |
| 2012 | <b>: Aplikasi Persamaan Panas Pada Sterilisasi Minuman Dalam Kemasan</b> , dipresentasikan pada Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika di Universitas Sebelas Maret Surakarta pada tanggal 6 Oktober |

|      |   |
|------|---|
|      | 2012.   |
| 2012 | : <b>Kestabilan Global Penyakit Flu Singapura (<i>Hand, Foot, Mouth Disease</i>) Berdasarkan Model SEIRS</b> , dimuat dalam jurnal Phytagoras diterbitkan oleh Universitas Negeri Yogyakarta  |
| 2010 | : <b>Syarat Cukup untuk Meminimalkan Penyebaran Penyakit Tuberkulosis pada Suatu Komunitas</b> , dipresentasikan pada Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika di Universitas Negeri Yogyakarta pada tanggal 27 November 2010. |
| 2009 | : <b>Modeling the Eradication of Aedes Aegypti with Sterile Insect Technique</b> , dipresentasikan pada seminar internasional IICMA UGM   |
| 2009 | : <b>Analisa Kestabilan Model SIRC Untuk Influenza Tipe A</b> , dimuat dalam jurnal yang diterbitkan oleh Universitas Diponegoro  |

#### 5. Kegiatan Seminar, Lokakarya, Penataran, Workshop

| No | Jenis Kegiatan  | Waktu Pelaksanaan    | Jenis Partisipasi |         |
|----|---|----------------------|-------------------|---------|
|    |   |                      | Penyaji           | Peserta |
| 1  | Pelatihan “ <i>Achievement Motivation Training and Leadership</i> ” diselenggarakan oleh LPPM UNY                                       | 18-19 September 2010 |                   | V       |
| 2  | Pelatihan “Orientasi Pengembangan Pembimbing Kemahasiswaan (OPPEK)” diselenggarakan oleh Bagian Kemahasiswaan UNY                       | 24-26 September 2010 |                   | V       |
| 3  | Pelatihan “Metodologi Penelitian (Penelitian Tindakan, Penelitian&Pengembangan, dan Penelitian Evaluasi)” diselenggarakan oleh LPPM UNY | 26-27 Oktober 2010   |                   | V       |
| 4  | Pelatihan “Dinamisator Revitalisasi MIPA”   | 16-18 Juni 2011      |                   | V       |
| 5  | <i>Workshop on Stochastic Model in Biology</i> diselenggarakan oleh UGM bekerjasama dengan IndoMS                                       | 6-8 Juli 2011        |                   | V       |
| 6  | <i>2<sup>nd</sup> IndoMS International Conference on Mathematics and Its Applications</i>   | 6-7 November 2013    | V                 |         |

#### 6. Kegiatan Pengabdian Pada Masyarakat

| No | Kegiatan  | Waktu Pelaksanaan    |
|----|---|----------------------|
| 1. | Pelatihan Optimalisasi Pemanfaatan Fitur Microsoft Word Dalam Penyusunan Karya Ilmiah   | 13-14 September 2013 |
| 2. | Pelatihan Pengembangan Perangkat Pembelajaran berbasis Pendidikan Matematika Realistik (PMRI) bagi Guru SMP/MTs di Yogyakarta                 | 18-19 Oktober 2013   |
| 3. | Pelatihan Penggunaan Wingeom dan Winplot untuk Mengatasi Kesulitan Guru Sekolah Menengah di Yogyakarta dalam Penyusunan Bahan Ajar Matematika | 17 Oktober 2013      |
| 4. | Juri Lomba dan Gebyar Seni PK-LK  | 2012                 |

|    |   |              |
|----|---|--------------|
| 5. | Pelatihan Geogebra sebagai Upaya Peningkatan Profesionalitas guru SMA dalam Penyusunan Media Interaktif Pembelajaran Matematika   | 2012         |
| 6. | IbM Workshop Perbaikan Konsep Dan Strategi Pembelajaran Matematika Smp Bagi Guru-Guru Di Kabupaten Bantul   | 2012         |
| 7. | Menjadi narasumber pada Pendidikan dan Pelatihan Kompetensi Olimpiade Matematika dan IPA bagi guru-guru RSBI se-DIY di Fakultas MIPA UNY dengan judul makalah : <b>“Olimpiade Matematika Tingkat Sekolah Dasar”</b> | 30 Juli 2011 |
| 8. | Implementasi Model Pendidikan Berwawasan Kebangsaan bagi Anak Usia Dini guna Membangun Jiwa Nasionalisme Generasi Muda  | 2011         |

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Dan apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan hibah **Penelitian Hibah Bersaing**.

Yogyakarta, 29 Oktober 2015



Emmugiono Karna Sari, M.Sc  
NIP 19850414 200912 2 003

## Dietary Planning for Diabetes Mellitus Patients Using Goal Programming Approach

Atmini Dhoruri<sup>1</sup>, Dwi Lestari<sup>2</sup>, and Eminugroho Ratnasari<sup>3</sup>

Department of Mathematics Education, Yogyakarta State University,  
Yogyakarta, Indonesia

E-mail: <sup>1</sup>[atmini\\_uny@yahoo.co.id](mailto:atmini_uny@yahoo.co.id), <sup>2</sup>[dwilestari.math@gmail.com](mailto:dwilestari.math@gmail.com),  
<sup>3</sup>[eminugroho@uny.ac.id](mailto:eminugroho@uny.ac.id)

**Abstract.** Diabetes Mellitus is a metabolic disease that is included in the class hyperglykemia or blood sugar more than normal (normal blood sugar = 80 -120 mg / dl), therefore also called sugar disease, or diabetes. One of the causes of diabetes is lack of appropriate nutritional diet. In addition, diabetes is also caused by poor emotional management and poor sleep patterns. Associated with a diet that is not ordered well, the policy is to prepare a nutritious diet for people with diabetes mellitus. Appropriate diet with nutrients is based on the amount of calories, carbohydrates, protein, and fat. The large amount of calories of nutrients in the design of the menu will be based on dietary guidelines for people with diabetes mellitus. So the model of diet which is arranged can avoid the deviation of the target. Meanwhile, a mathematical model which is based on the multi objective function (satisfy the target number of calories, carbohydrates, protein, and fat) and at the same time minimizing the deviation is Goal Programming. In this study, an optimal dietary model will be developed using Goal Programming approach so produce the suggestion menu for diabetes mellitus patients.

### 1. Introduction

Diabetes risk often comes from eating messy and consumption sweet foods excessively. But according to a new study, the risk of diabetes could also comes from bad emotional control likes angry. According to a study which is published in the Journal of Behavioral Medicine someone who has difficulty to control his/her emotional has higher risk to get diabetes. "In this study, people who often lost his patience much more prone to insulin resistance than those who calm and cool when in certain situations," said researcher Vera Tsenkova, Ph.D., from the University of Wisconsin School of Medicine and Public Health.

"The performance of hormones will increase because of anger. This condition blocks blood sugar control. As a result, people who like angry have higher risk of diabetes than people who are not angry easily or indeed impatient," she said as reported by Menshealth, Tuesday (2/4/2013). However, the risk of diabetes cannot be avoided simply by control the anger or train to patience. Everyone is required to have a proper diet and balance it with exercise or other physical activity to avoid this sugar disease. World Health Organization (WHO) in 2000 stated that there have been deaths per year 57 million due to non-communicable diseases and an estimated 3.2 million people due to diabetes mellitus. [1]

Diabetes Mellitus is a metabolic disease that is included in the class hypoglycemia or blood sugar more than normal (normal blood sugar = 80 -120 mg / dl), therefore also called sugar disease, or diabetes. Diabetes Mellitus often referred to as the great imitator, since this disease affect all organs in the body and cause a variety of complaints. The symptom has many variations. Diabetes mellitus (DM) can occur slowly so patients are not aware of the changes such as becoming more drinking, urinating or decreased body weight. These symptoms may last a long time unnoticed, until then the person goes to the doctor and checked her blood glucose levels.

DM disease sometimes also the clinical picture is unclear, asymptomatic and discovered a new diabetes during the screening examination or examinations for other diseases. From the point of patients with diabetes mellitus itself, something that often causes patients come for treatment to the doctor and was later diagnosed as diabetes mellitus with symptoms that occur in skin disorders such as itching, boil. There was also a gynecologic disorder such as whiteness and others. Symptoms of diabetes are the result of an imbalance in the metabolism of carbohydrate, protein, fat with the production or function of insulin hormones.

*Diabetes Mellitus (DM)* is a clinical syndrome consisting of an increase in blood sugar levels, sugar excretion through the urine and the disruption mechanism of action the insulin hormone. These abnormalities arise gradually and it is chronic. Diabetes Mellitus (DM) is caused by interference with the mechanism of action the insulin hormone, so blood sugar in the body cannot be neutralized. Nutrition can also show its role in the occurrence of Diabetes Mellitus in two opposite directions. Excessive nutrition which indicated the general improvement of individuals, increase the opportunity manifestation of diabetes, especially for people who are born as the diabetes generation. At that condition the symptoms of diabetes can be overcome by resetting the balance of the metabolism nutrients in the body with the input of nutrients through food.

There are five basic treatment of diabetes. It is called Pentalogi DM therapy, that are: (1) Diabetes Diet, (2) Physical (3) Extension of Public Health, (4) Drug Hypoglycemia (OAD and insulin), and (5) Pancreas Transplant. Treatment of diabetes through diet is one of the best ways to improve one's diet so as to avoid the disease diabetes. Preparation of the diet should pay attention to the content of nutrients so that adequate intake of energy, carbohydrate, fat, and protein.

The content of nutrients in the form of energy intake, carbohydrates, fats and proteins need to be considered optimal amount. Preparation of a diet based on food ingredients exchanger can sometimes create deviations above or below the recommended amounts. Therefore, it is necessary to develop a diet that deviations from the recommended amounts as small as possible. The method can be used to solve problems of minimizing the deviation is Goal Programming method.

Goal programming is an extension of the linear program (linear programming) to achieve the desired goals or objectives. The basic approach of goal programming is to set a goal that is expressed by specific figures for each goal, formulate an objective function, and then seek a solution by minimizing the number of deviations from the objective function [2]. This mathematical method solve the problem to be optimal with the goal more than one (multi-objective). Mathematically, this method of decision variables must be defined first. Goals expectation must be specifically based on the level of importance. The last step is looking for the optimal solutions that minimize the total deviation from the target specified destination.

Some research on mathematic models are relevant to nutrition and health was researched by PASIC, et al (2012) [3] "*Goal Programming Nutrition Optimization Model*". The result of this research is a model of optimal planning of human nutrition needs. In the next year Darko research, et al (2013) [4] in "*Cost-minimizing foods budgets in Ghana*". The result of this research is determining optimal cost for the nutrition needs of the community. Additionally, Ujang Sumarwan, et al (1999) [5] have examined the " *Penggunaan metode Goal programming dalam perencanaan diet diabetes mellitus*" based on the diet of people with diabetes mellitus in Cipto Mangunkusumo Hospital (RSCM) data. In the new study discusses the mathematical model and its solutions in a related case, but has not performed a sensitivity analysis of the model and the calculation of optimal costs incurred.

In the study Ikeu Tanziha (2009) [6] studied the Goal Programming: Optimalisasi Pangan Balita pada Keluarga nelayan. In addition, Dwi Lestari, et al (2012) [7] have examined the application of the goal programming method to determine optimal solutions inventories of gasoline and diesel fuel types in Yogyakarta and simulate the results with LINGO program.

Based on that description, Goal programming method can potentially be used, because it is able to solve the issue to be optimal with the goal of more than one (multi-objective). In this case the goal is to fill the achievement of the amount of energy, fill the target amount of protein at certain intervals, fill the target amount of fat at certain intervals, and achieve the target value of the amount of carbohydrate at certain intervals. In this

study, we apply Goal programming methods for planning the diet of people with diabetes mellitus by taking into account constraints optimum expenses. The discussion begins with the assumptions and modelling, mathematical model, diet menu with substitution material, a diet menu based on goal programming approach, conclusions.

## 2. Discussion

### 1.1. Assumptions and Model Formulation

In this study, the assumptions used are discussed diet menu for diabetes mellitus type II patients. Patients did not experience complications or other chronic diseases. The menu of the day is divided into 6 shift (breakfast, morning snack, lunch, afternoon snack, evening meal, and afternoon snack) is given at intervals of three hours. Nutrient content in food is only discussed in general include carbohydrates, protein, and fat. Furthermore, the menu is discussed only to the condition of normal weight and not undergoing the process of pregnancy.

Furthermore, the diet is associated with weight conditions or criteria as shown in Table 1:

Table 1. Criteria weight and the amount of calories needed.

| Criteria                        | BBR (relative weight) |
|---------------------------------|-----------------------|
| Skinny : BB x 40 – 60 calories  | < 90%                 |
| Normal : BB x 30 calories       | 90-110%               |
| Fat : BB x 20 calories          | > 110%                |
| Obesity : BB x 10 – 15 calories | > 120%                |

To calculate each of criteria is used the following formula:

$$BBR = \frac{BB}{TB - 100} \times 100\%$$

We use BB (weight) in kilogram and TB (height) in centimetre.

In Diah Krisnatuti, et al (2014) [8] requirements for dietary DM without complications must fill the following things:

1. Energy sufficient to maintain a normal weight. Food is divided into three major portions (morning, afternoon, and evening respectively 20%, 30% and 25%. As well as 2-3 small servings each interlude 10-15%.
2. The need carbohydrates 60-70% total energy.
3. The need for a normal protein, 10-15%.
4. The needs medium fat, 20-25%.

Therefore, the preparation of a model diet for people with diabetes needs to pay attention to these requirements. With the value of intervals will give a tolerance in the amount of food consumed. However, still within the recommended intervals. Tabel 2 shows an example menu for diabetes mellitus patients include  $Q_1$  and  $Q_2$  as a lower and upper bound of a food consumed respectively.

Table 2 is an example of the daily menu for people with DM [8]

| Menu             | Material             | Weight (UKT) | Price (IDR)/unit |                         |                         |
|------------------|----------------------|--------------|------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>Breakfast</b> |                      |              |                  | <b><math>Q_1</math></b> | <b><math>Q_2</math></b> |
| 1. Fried bihun   | Bihun                | 60 grams     | 12.500           | 35                      | 70                      |
|                  | Chicken              | 50 grams     | 29.125           | 50                      | 20                      |
|                  | Vegetables (cabbage) | 50 grams     | 6.000            | 20                      | 60                      |
| 2. Omelet        | Eggs                 | 1 grain      | 21.875           | 30                      | 12                      |

|                         |                   |                |        |     |     |
|-------------------------|-------------------|----------------|--------|-----|-----|
|                         |                   | (62,5 grams)   |        |     |     |
| <b>Morning Snack</b>    |                   |                |        |     |     |
| Pudeng                  | Gelatine          | 60 grams       | 40.000 | 45  | 95  |
| <b>Lunch</b>            |                   |                |        |     |     |
| 1.Red rice              | Red rice          | 120 grams      | 15.000 | 100 | 200 |
| 2.pepes fish            | Fish              | 120 grams      | 35.125 | 100 | 200 |
| 3.perkedel tempe        | Tempe             | 25 grams       | 12.000 | 25  | 75  |
| Carrots Broccoli soup   | Broccoli, carrots | 50 grams       | 15.000 | 25  | 100 |
| <b>Lunch Snack</b>      |                   |                |        |     |     |
| Pear                    | Pear              | 1 fruit        | 30.000 | 50  | 100 |
| <b>Afternoon Meal</b>   |                   |                |        |     |     |
| 1.Red rice              | Red Rice          | 100 grams      | 15.000 | 100 | 200 |
| 2.Teriyaki Chicken      | chicken           | 50 grams       | 29.125 | 50  | 200 |
| 3.Grilled tofu          | tofu              | 50 grams       | 10.000 | 25  | 75  |
| 4.tumis bayam           | spinach           | 50 grams       | 5.000  | 25  | 100 |
| <b>Afternoon Snack</b>  |                   |                |        |     |     |
| Skim milk without sugar | Skim milk         | 1 cup (250 ml) | 25.000 | 200 | 250 |

Tabel 3. The calculation result menu

| Nutrient     | Value analysis | Recomm endations value / day | Percentage of compliance |
|--------------|----------------|------------------------------|--------------------------|
| Energy       | 1465 cal       | 1482 cal                     | 99%                      |
| Carbohydrate | 217 grams      | 231 grams                    | 94%                      |
| Protein      | 76 grams       | 65 grams                     | 117%                     |
| Fat          | 33 grams       | 33 grams                     | 100%                     |

Based on the dietary preparation with exchanger materials, the analysis of the nutrient content can be below or above the recommended values such as Table 3. Therefore, the calculation with goal programming approaches to minimize deviations from the expected target in order to obtain optimum completion. Related to the optimization problem, the following models are developed. The mathematical notation used in the model:

$X_{ij}$  : the amount of food consumed each day

$E_{ij}$  : energy content in 100 g of foodstuff

$K_{ij}$  : carbohydrate content in 100 g foodstuff

$P_{ij}$  : protein content in 100 g foodstuffs

$F_{ij}$  : fat content in 100 g foodstuffs

$b_1$  : energy target value



- $b_2$  : carbohydrate target value  
 $b_3$  : protein target value  
 $b_4$  : fat target value  
 $d^-$  : negative deviation  
 $d^+$  : positive deviation  
 $c_{ij}$  : the average price of foodstuffs  
 $l_{ij}$  : the lower bound of the amount of foodstuffs  
 $u_{ij}$  : the upper bound of the amount of foodstuffs  
 $R$  : expenses in a day  
 for  $i = 1, 2, \dots, 6; j = 1, 2, \dots, n$ .

The menu of the day is divided into 6 stages (breakfast, morning snack, lunch, afternoon snack, evening meal, and afternoon snack) is given at intervals of three hours, so indexes i describe about number of shifts. While indexes j describe about number of various food consumed. The goal function in this model will be a function of constraints on Goal Programming models, include:

6. Fill the achievement of the amount of energy

$$\sum_{\substack{j=1 \\ i=1,3,5}}^4 E_{ij}X_{ij} + \sum_{\substack{j=1 \\ i=2,4,6}} E_{ij}X_{ij} + d_1^- - d_1^+ = b_1. \quad (1)$$

7. Fill the target amount of carbohydrate at certain intervals.

$$\sum_{\substack{j=1 \\ i=1,3,5}}^4 K_{ij}X_{ij} + \sum_{\substack{j=1 \\ i=2,4,6}} K_{ij}X_{ij} + d_2^- \geq b_2^-. \quad (2)$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ i=1,3,5}}^4 K_{ij}X_{ij} + \sum_{\substack{j=1 \\ i=2,4,6}} K_{ij}X_{ij} - d_2^+ \leq b_2^+. \quad (3)$$

8. Fill the target amount of protein at certain intervals

$$\sum_{\substack{j=1 \\ i=1,3,5}}^4 P_{ij}X_{ij} + \sum_{\substack{j=1 \\ i=2,4,6}} P_{ij}X_{ij} + d_3^- \geq b_3^-. \quad (4)$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ i=1,3,5}}^4 P_{ij}X_{ij} + \sum_{\substack{j=1 \\ i=2,4,6}} P_{ij}X_{ij} - d_3^+ \leq b_3^+. \quad (5)$$

9. Fill the target amount of fat at certain intervals

$$\sum_{\substack{j=1 \\ i=1,3,5}}^4 F_{ij}X_{ij} + \sum_{\substack{j=1 \\ i=2,4,6}} F_{ij}X_{ij} + d_4^- \geq b_4^-. \quad (6)$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ i=1,3,5}}^4 F_{ij}X_{ij} + \sum_{\substack{j=1 \\ i=2,4,6}} F_{ij}X_{ij} - d_4^+ \leq b_4^+. \quad (7)$$

10. Minimize expenses.

$$R = \sum_{\substack{j=1 \\ i=1,3,5}}^4 c_{ij}X_{ij} + \sum_{\substack{j=1 \\ i=2,4,6}} c_{ij}X_{ij}. \quad (8)$$

Constraint functions number of foodstuffs:

$$X_{ij} + d_{mj}^- \geq l_{ij} \quad (9)$$

$$X_{ij} - d_{mj}^+ \leq u_{ij} \quad (10)$$

For  $m = 5, \dots, 10$ .

### 1.2. Goal Programming Model

Goal programming is the right approach to use in decision making to achieve the conflicting goals within the constraints in the preparation of the diet DM. Goal programming method also helps obtain optimal solution closest to the desired target. Goal programming model is formed by changing multiobjective linear programming into single objective linear programming, that is minimize all of the deviational variables. The following Goal programming models for planning the diet DM.

Minimize

$$\sum_{m=1}^4 d_m^- + d_m^+ + \sum_{\substack{j=1 \\ m=5,7,9}}^4 d_{mj}^- + d_{mj}^+ + \sum_{\substack{j=1 \\ m=6,8,10}} d_{mj}^- + d_{mj}^+ \quad (11)$$

with constraints: equation (1) – (10).

By using the parameters listed in Table 2 and guide exchange material, Goal programming models solved using LINGO. Results of calculation of the design of the diet for people with diabetes so that in accordance with the recommended values.

### 3. Numerical Result

Based on calculations by LINGO obtained the following results:

Table 4. Results of menu design with Goal Programming

| Menu                     | Material                | Weight<br>(UKT)       | Specification |
|--------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------|
| <b>Breakfast 35</b>      |                         |                       |               |
| 1.Fried Bihun            | Bihun                   | 35 grams              |               |
|                          | Chicken                 | 50 grams              |               |
|                          | Vegetables<br>(cabbage) | 20 grams              |               |
| 2.Omelet                 | Egg                     | 1 grain<br>(30 grams) |               |
| <b>Morning Snack</b>     |                         |                       |               |
| Pudeng                   | Pudeng                  | 45<br>grams           |               |
| <b>Lunch</b>             |                         |                       |               |
| 1.Red rice               | Red rice                | 150 grams             | 100           |
| 2.pepes fish             | fish                    | 140 grams             | 215.01        |
| 3.perkedel tempe         | tempe                   | 25 grams              | 0             |
| Carrots Broccoli<br>soup | Broccoli, carrots       | 50 grams              | 0             |
| <b>Lunch Snack</b>       |                         |                       |               |
| Pear                     | Pear                    | 1 fruit (150 grams)   | 338.15        |

|                         |           |                          |     |
|-------------------------|-----------|--------------------------|-----|
| <b>Afternoon Meal</b>   |           |                          |     |
| 1.Red rice              | Red Rice  | 143 grams                | 100 |
| 2.Teriyaki Chicken      | chicken   | 50 grams                 |     |
| 3.Grilled tofu          | tofu      | 49.5 grams               | 0   |
| 4.tumis bayam           | spinach   | 95 grams                 | 0   |
| <b>Afternoon Snack</b>  |           |                          |     |
| Skim milk without sugar | Skim milk | 1 cup (250 ml)=200 grams |     |

Based on Table 2, which is filled with energy drawn menu is 1482 calories as recommended. Meanwhile, expenses for the menu of Rp 26,758.75.

#### 4. Conclusions

Causes of diabetes mellitus (DM) mostly come from poor diet and excessive consumption of sweet foods. Treatment of diabetes through diet is one of the best ways to improve one's diet so as to avoid the disease diabetes. Preparation of the diet should pay attention to the content of nutrients so that adequate intake of energy, carbohydrate, fat, and protein. The content of nutrients in the form of energy intake, carbohydrates, fats and proteins need to be considered optimal amount. Preparation of a diet based on Goal Programming method aims to minimize deviations above or below the recommended amounts. The calculation results with LINGO obtained menu according to the recommended number of calories and amount of minimum expenses.

#### 5. References

- [1] Depkes RI. 2008. *Pedoman Pengendalian Diabetes Mellitus dan Penyakit Metabolik*.
- [2] Hillier, F. dan Lieberman, G. 1994. *Pengantar Riset Operasi*. Jilid 1 Edisi Kelima, Jakarta: Erlangga.
- [3] Pasic, M; Catovic, A; Bijelonja, I; and Bahtanovic, A. 2012. Goal Programming Nutrition Optimization Model. *Proceeding of the 23<sup>rd</sup> International DAAM Symposium Volume 23, No. 1* Austria.
- [4] Darko, F; Allen, B; Mazunda, J; Rahimzai, R; and Dobbins, C. 2013. Cost-Minizing Food Budgets in Ghana. *Academic Journal*. Volume 5(4).pp. 135-141 April 2013 Journal of Development and Agriculture Economics.
- [5] Ujang Sumarwan, dkk. 1999. Penggunaan Metode Goal Programming dalam Perencanaan Diet Diabetes Mellitus. *Jurnal Media Gizi dan Keluarga* Juli 1999 No. XXIII (1) pp 15-24.
- [6] Ikeu Tanziha. 2009. Goal Programming: Optimalisasi Konsumsi Pangan Balita pada Keluarga Nelayan. *Jurnal Gizi dan Pangan* Maret 2009 No. IV (1) pp: 1-7.
- [7] Dwi Lestari, dkk.(2012) Optimasi Persediaan Bahan Bakar Minyak di Yogyakarta Menggunakan goal Programming. *Hasil Penelitian LPPM UNY*.
- [8] Diah Krisnatuti, Rina Yenrina, dan Rasjmida. (2014). *Diet Sehat untuk Penderita Diabetes Mellitus*. Jakarta: Penebar Swadaya.

